World Health Organization
REGIONAL OFFICE FOR Europe

Meetmed terviseriskide vähendamiseks lastel, kes puutuvad kokku avalike lasteasutuste siseõhus sisalduvate mitmesuguste kemikaalidega

Keskendudes koolidele, lasteaedadele ja päevakeskustele

Avalike lasteasutuste siseõhus sisalduvate mitmesuguste kemikaalidega kokkupuutumisest tulenevate terviseriskide hindamise vahendi täiendav väljaanne

Kokkuvõte

See on viimane väljaanne sarjast, mis käsitleb laste terviseriskide hindamist, mis on tingitud kokkupuutest koolide, lasteaedade ja päevahoiukeskuste siseõhus sisalduvate mitmesuguste kemikaalidega. Selles esitatakse valik tõenduspõhiseid riskileevendamise meetmeid, mille rakendamist võib avalikes lasteasutuses terviseriskide hindamise tulemuste alusel kohalikul tasandil kaaluda. Väljaanne on mõeldud tervishoiutöötajatele, õpetajatele, avalike lasteasutuste haldajatele ning teistele spetsialistidele, kes vastutavad tervislike keskkondade loomise eest kohtades, kus lapsed õpivad ja mängivad.

ISBN 978-92-890-5797-4

© Maailma Terviseorganisatsioon 2022

Mõned õigused kaitstud. Väljaannet saab kasutada litsentsi Creative Commons Attribution-NonCommercial- ShareAlike 3.0 IGO alusel (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo).

Selle litsentsi tingimuste kohaselt võib väljaannet vastavalt allpool kirjeldatule nõuetekohase tsiteerimise korral mitteärilistel eesmärkidel kopeerida, levitada ning kohandada. Seda tööd kasutades ei tohi anda mõista, et WHO soovitab mõnd konkreetset organisatsiooni, toodet või teenust. WHO logo kasutamine ei ole lubatud. Käesoleva töö kohandamise korral peate oma töö kättesaadavaks tegema sama või samaväärse Creative Commonsi litsentsi alusel. Selle väljaande tõlkimise korral peate lisama järgmise lahtiütluse ning soovitusliku tsitaadi: „Selle tõlke autor ei ole Maailma Terviseorganisatsioon (WHO). WHO ei vastuta selle tõlke sisu ega täpsuse eest. Selle väljaande siduv ja tõepärane versioon on järgmine ingliskeelne originaalversioon: „Measures to reduce risks for children's health from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children (with a focus on schools, kindergartens and day-care centres): supplementary publication to the screening tool for assessment of health risks from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children." Kopenhaagen: WHO Euroopa piirkondlik büroo; 2022 (https://apps.

Igasugune litsentsist tekkivate vaidlustega seotud vahendamine peab toimuma vastavalt Maailma Intellektuaalse Omandi Organisatsiooni vahendusreeglitele. (http://www.wipo.int/amc/en/mediation/ rules/).

Soovituslik tsitaat: „Measures to reduce risks for children's health from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children (with a focus on schools, kindergartens and day-care centres): supplementary publication to the screening tool for assessment of health risks from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children." Kopenhaagen: WHO Euroopa piirkondlik büroo; 2022 (https://apps. Litsents: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Eelkirjete koostamise (CIP) andmed. CIP andmed on leitavad aadressilt http://apps.who.int/iris.

Müük, õigused ja litsentseerimine. Teave WHO väljaannete ostmise kohta on avaldatud veebilehel http://apps.who.int/bookorders. Ärialase kasutamise taotlused ning päringud õiguste ja litsentseerimise kohta saab esitada aadressil http://www.who.int/about/licensing.

Kolmandate isikute materjalid. Kui soovite kasutada selles töös kasutatud materjale, näiteks tabeleid, jooniseid või pilte, mille autorina on viidatud kolmandale isikule, olete kohustatud ise välja selgitama, kas vastava materjali kasutamiseks on vaja luba, ning autoriõiguste omanikult loa hankima. Töö kolmandatele isikutele kuuluvate osadega seotud rikkumistest tulenevate nõuete eest vastutab ainult kasutaja.

Üldised lahtiütlused. Selles trükises kasutatud määratlused ja esitatud materjalid ei kajasta ühelgi moel Maailma Terviseorganisatsiooni seisukohti ühegi riigi, territooriumi, linna või piirkonna või selle omavalitsuse õigusliku olukorra ega tema piiride määratlemise küsimuses. Punktiirjoonte ja katkendlike joontega tähistatakse kaartidel ligikaudseid riigipiire, mille osas võib-olla ei ole veel lõplikku kokkulepet saavutatud.

Teatud ettevõtete või teatud tootjate toodete mainimine ei tähenda, et WHO kiidab need heaks või soovitab neid rohkem kui teisi samalaadseid ettevõtteid ja tooteid, mida ei ole mainitud. Patenteeritud toodete nimed on esitatud suure algustähega (v.a vigade ja väljajätmiste korral).

WHO on teinud mõistlikke jõupingutusi selles väljaandes sisalduva teabe kontrollimiseks. Avaldatud materjalile ei anta siiski ühtki sõnaselget ega kaudset garantiid. Lugeja vastutab selle materjali tõlgendamise ja kasutamise eest. WHO ei vastuta ühelgi juhul väljaande kasutamisest tingitud kahju eest.

© Kaanefoto: WHO/NOOR/Sebastian Liste, WHO/Andy Craggs.

World Health Organization
REGIONAL OFFICE FOR Europe

Meetmed terviseriskide vähendamiseks lastel, kes puutuvad kokku avalike lasteasutuste siseõhus sisalduvate mitmesuguste kemikaalidega

Keskendudes koolidele, lasteaedadele ja päevakeskustele

Avalike lasteasutuste siseõhus sisalduvate mitmesuguste kemikaalidega kokkupuutumisest tulenevate terviseriskide hindamise vahendi täiendav väljaanne

SISUKORD

TÄNUAVALDUSED v

LÜHENDID vi

1. SISSEJUHATUS 1

2. AVALIKE LASTEASUTUSTE SISEÕHU KEMIKAALISAASTE PEAMISED ALLIKAD JA KOKKUPUUTE VÄHENDAMISEKS VÕETAVAD MEETMED 2

2.1. Meetmed peamiselt väliskeskkonnast pärinevate kemikaalidega seotud terviseriskide vähendamiseks 3

2.1.1. Välisõhu saaste allikad 3

2.1.2. Õhus levivad kemikaalid, mis pärinevad peamiselt välistingimustest 3

2.1.3. Riski vähendamise meetmed väliskeskkonnast pärinevate kemikaalide suhtes 3

2.2. Meetmed peamiselt siseruumides leiduvatest allikatest pärinevate kemikaalidega seotud terviseriskide vähendamiseks 5

2.2.1. Peamiselt siseruumides leiduvatest allikatest pärinevad keemilised saasteained 5

2.2.2. Siseruumides leiduvatest allikatest pärinevate kemikaalide vastu suunatud riskileevendamise meetmed 8

3. SISEÕHU KVALITEEDI PARANDAMISE JUHTUMIUURINGUD 13

VIITED 15

LISA 1. PRAKTILISED MEETMED TERVISERISKE PÕHJUSTAVATE KEMIKAALIDE SISALDUSE VÄHENDAMISEKS SISERUUMIDE ÕHUS 22

TÄNUAVALDUSED

Maailma Terviseorganisatsiooni Euroopa piirkondlik büroo avaldab tänu väljaande peaautoritele Tamas Szigetile ja Reka Kakucsile Ungari Riiklikust Rahvatervise Keskusest, kes koostasid selle väljaande WHO Euroopa piirkondliku büroo Saksamaal asuva WHO Euroopa keskkonna- ja tervishoiukeskuse töötajate Irina Zastenskaya ja Dorota Jarosinska väljatöötatud kontseptsiooni alusel.

Piirkondlik büroo tänab Eva Csobodit Kesk- ja Ida-Euroopa piirkondlikust keskkonna-keskusest (Ungari) väljaande asutusevälise läbivaatamise eest ning on väga tänulik järgmistele riiklikele ekspertidele abi eest väljaande arutamisel ja arendamisel:

- Kristina Aidla, Terviseamet, Eesti
- Anja Daniels ja Ana Maria Scutaru, Saksamaa Keskkonnaagentuur, Saksamaa
- Sani Dimitroulopoulou, Ühendkuningriigi Terviseohutuse Agentuur, Ühendkuningriik
- Marta Sofia Da Fonseca Gabriel, Mehaanika- ja Tööstustehnika Teaduse ja Innovatsiooni Instituut, Portugal
- Corinne Mandin, Ehituse Teadus- ja Tehnikakeskus, Prantsusmaa.

Piirkondlik büroo on tänulik Saksamaa Liitvabariigi keskkonna-, looduskaitse- ja tuuma-ohutuse ministeeriumile rahalise toetuse eest.

LÜHENDID

CO	vingugaas
CO_2	süsinikdioksiid
DIY	tööõpetus
EL	Euroopa Liit
HI	ohuindeks
HVAC	kütte-, ventilatsiooni- ja kliimaseadmed
IAQRiskCalculator	siseõhu riskikalkulaator (tarkvara)
InAirQ	uuring „Rahvusvahelised kohaldamismeetmed siseõhu kvaliteedi integreeritud haldamiseks“
I/O vahekord	sise-/välisõhu vahekord
NO_2	lämmastikdioksiid
Oxy-VOCd	hapnikuga rikastatud lenduvad orgaanilised ühendid
PAH	polütsükliline aromaatne süsivesinik
PM	tahked osakesed
PODIadj	kohandatud lähtepunkti indeks
ppm	miljondikosa
PVC	polüvinüülkloriid
SINPHONIE	Euroopa koolide sisereostuse ja tervise vaatlusvõrgustik
LOÜ	lenduvad orgaanilised ühendid

1. SISSEJUHATUS

Siseõhu hea kvaliteet on laste tervislikuks arenguks äärmiselt oluline ning seega on väga tähtis ka ohutute ja tervislike, puhta õhuga sisekeskkondade loomine. Kuna lapsed veedavad palju aega üldkasutatavates ruumides, tuleb mõelda nende hoonete siseõhu kvaliteedile.

Laste haridusasutuste siseõhu kvaliteeti võivad mõjutada paljud tegurid, sealhulgas siseruumides leiduvad õhusaasteallikad, hoone hooldamise meetodid, välisõhu kvaliteet, hooneväliste saasteainete hoonesse pääsemise määr, kasutajate arv, kasutajate käitumine jms. Mitmetes Euroopa koolieelsetes lasteasutustes ja koolides kõige sagedamini tuvastatud õhusaasteainetele ja nende koosesinemisele keskendunud uuringutes on toodud välja mitme koos esineva saasteainega kokkupuutumise ja negatiivsete tervisemõjude võimalik suhe *(1–4)*.

WHO Euroopa piirkondliku büroo WHO Euroopa keskkonna- ja tervishoiukeskus töötas selleks, et minna üksikute kemikaalidega eraldi kokkupuutumise riskide hindamise mudelitelt realistlikumale, mitme siseruumi õhus koos esineva kemikaaliga korraga kokkupuutumise hindamisele, välja avalike lasteasutuste siseõhus esinevate kemikaalidega korraga kokkupuutumisest tulenevate terviseriskide hindamise töövahendi (IAQRiskCalculator). Töövahend võimaldab ka tuvastada kõige enam terviseriske põhjustavad kemikaalid (*5).*

Kui mitme keemilise saasteainega korraga kokku puutumise oht on vastuvõetamatult suur, peavad siseõhu kvaliteedi parandamise eest vastutavad rahvatervise valdkonna spetsialistid ja eksperdid mõtlema riskileevendamise meetmete rakendamisele. Riskide leevendamiseks kasutatavad meetmed on teada ning varieeruvad sõltuvalt konkreetsest olukorrast alates välisõhu saaste vähendamise meetmetest kuni haridusasutuste hoonete vastutustundliku projekteerimise, ehitamise ning hooldamiseni.

Näiteks 23 Euroopa riigis 115 koolis läbiviidud seirekampaaniate tulemustel põhineva Euroopa koolide siseõhu saastatuse ja tervise vaatlusvõrgustiku (SINPHONIE) projekti raames pakuti välja mitmesuguseid riskide leevendamise meetmeid siseõhu kvaliteedi parandamiseks koolihoonete erinevates kohtades, näiteks klassiruumides, laborites, võimlates, sööklates ja riietusruumides *(6).*

Käesoleva väljaande, mis oli väljatöötatud töövahendi täiendamiseks, eesmärk on toetada otsuste tegemist suurima terviseriskiga siseõhu kemikaalisaaste vähendamise meetmete osas ning nende kemikaalide allikate vähendamist või kõrvaldamist. Selles esitatakse valik tõenduspõhiseid riskileevendamise meetmeid, mille rakendamist võib kaaluda terviseriskide hindamise tulemustele reageerimiseks kohalikul tasandil koolides, lasteaedades ja teistes avalikes lasteasutuses.

Keemiliste saasteainete, nende allikate ja mõju leevendamise võimaluste kohta kogutakse üha enam andmeid. Käesolevas väljaandes kokkuvõetud riskide leevendamise meetmed põhinevad hiljuti avaldatud siseõhu kvaliteeti määravate tegurite ülevaadetel ning meetmetel, mida võib kaaluda avalike lasteasutuste keskkonna parandamiseks.

2. AVALIKE LASTEASUTUSTE SISEÕHU KEMIKAALISAASTE PEAMISED ALLIKAD JA KOKKUPUUTE VÄHENDAMISEKS RAKENDATAVAD MEETMED

Siseõhku võivad saastata mitmesugused erinevad õhus edasi kanduvad saasteained, näiteks tahked osakesed (PM), anorgaanilised ühendid, lenduvad ja poollenduvad orgaanilised ühendid (LOÜd ja PLOÜ-d) ning aldehüüdid (oxy-VOCid). LOÜ-sid, aldehüüde ja PLOÜ-sid leidub siseõhus sageli suuremas kontsentratsioonis kui välisõhus, mõned transpordivahenditest, eluasemete kütmisest, tööstusest ja muust tekkivad LOÜ-d esinevad aga välisõhus ulatuslikumalt.

Näiteks benseeni esineb tavaliselt eelkõige välisõhus (sõidukite heitgaasidest), kuna selle sisaldusele siseruumides kasutatavates lahustites ja liimainetes kehtivad piirangud. Enamikus lasteasutuste siseõhu kvaliteedi uuringutes on leitud, et benseeni sise- ja välisõhus esinemise suhe (I/O suhe) jääb 0,5 ja 2 vahele *(7,8).*

Mõnedes siseõhu kvaliteedi uuringutes on leitud, et kooli klassiruumis leiduvatest allikatest pärineb isegi rohkem saastet kui hoonevälistest allikatest *(9).* Mõned kemikaalid, nagu etüülbenseen, tolueen, ksüleenid ja formaldehüüd, võivad pärineda nii hoonesisestest kui -välistest allikatest *(8).*

Kui I/O suhe on suurem kui 1, viitab see hoonesisese allika olemasolule. Kui I/O suhe jääb 1 ja 4 vahele, võib eeldada nii hoonesiseste kui -väliste allikate olemasolu, kui I/O suhe on aga suurem kui 5, võib kahtlustada peamiselt hoonesiseste allikate esinemist *(8).* Oluline siseõhu ja välisõhu saasteainete sisalduse vaheline korrelatsioon viitab sellele, et hoonevälised allikad annavad saastesse suure panuse, olulised erinevused ja I/O suhe, mis on suurem kui 1, näitavad aga, et saaste pärineb eelkõige siseallikatest.

Siseõhu saastumise minimeerimiseks nii siseruumist kui väljast pärinevate kemikaalidega saab võtta mitmesuguseid riskide leevendamise meetmeid, näiteks:

- õigusaktidel põhinevad (reguleerivad toodetest pärinevat heidet, maa planeerimist, seavad piirangud ja piirmäärad);
- ehituslikud (ehitusstandardite kehtestamine, ventilatsioonimeetodid, ventilatsiooni-süsteemi rajamisele kehtivad eeskirjad);
- halduslikud/korralduslikud (reguleerivad kasutustihedust / laste arvu m^2 kohta, töötunde, puhkepauside kestust, õhutamisharjumusi, koristamisharjumusi, õpilaste arvu klassis ning puhkepauside korraldust).

Vaid ühest meetmest üldiselt ei piisa siseõhu kvaliteedi parandamiseks soovitud määral. Tarvis on komplekset lähenemist, mis hõlmab vastavalt kohalikele tingimustele kohandatud leevendusmeetmeid.

2.1. Meetmed peamiselt väliskeskkonnast pärinevate kemikaalidega seotud terviseriskide vähendamiseks

2.1.1. Välisõhu saaste allikad

Välisõhu saaste võib siseõhu kvaliteedile suurt mõju avaldada. Peamised siseõhus leiduvate saasteainete hoonevälised allikad on hoonete läheduses asuvad suure liiklusega teed, parklad ja bensiinijaamad, eluruumidele soojus- ja elektrienergia tootmine ning tööstussektorist pärinevad heited, jäätmete põletamine ja põllumajanduslikud tegevused, sealhulgas ka kaugemal toimuvad tegevused *(10).*

Teised välisõhus leiduvate saasteainete hoonetesse tungimist mõjutavad tegurid peale saasteallikate läheduse ja meteoroloogiliste tingimuste on linnapilt ja ümbritsevad ehitised, maastik ja tõkestavad haljasalad, ventilatsioonisüsteemid, ventileerimise meetodid ja õhutamisharjumused ning saasteainete sissepääs hoone välispiiretes olevate pragude kaudu.

Ehitise omadustest, liiklusest pärinevate saasteainete jaotumisest jms tulenevalt on märgatud hoonevälist päritolu saasteainete erinevat levikut üldkasutatava lasteasutuse erinevatel korrustel. Ka tänavapoolsetest klassiruumidest on leitud rohkem saasteaineid kui kooli hooviala või mõne muu roheala poole jäävatest klassiruumidest *(11, 12).* Välisõhu saasteainete sisaldust suurendab ka autode kogunemine kooli territooriumile laste kooli toomise ja pärast koolipäeva lõppu järele tulemise ajal *(13).*

2.1.2. Õhus levivad kemikaalid, mis pärinevad peamiselt välistingimustest

Väliskeskkonnast pärineb ulatuslikult nii looduslikke kui ka inimtekkelisi õhusaasteaineid. Mootorsõidukite liiklus on peamine lämmastikdioksiidi (NO_2) allikas ning see mõjutab oluliselt teiste õhusaasteainete, näiteks tahkete osakeste, vingugaasi (CO), benseeni, etüülbenseeni, tolueeni, ksüleenide ja polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAHid) sisaldust õhus. Seetõttu on liiklusega seotud heitel mõju ka hoonete siseõhu kvaliteedile *(9,14–16).*

Tahkete kütuste põletamine, sealhulgas kodudes, on siiani paljudes liikmesriikides suur probleem. See võib oluliselt mõjutada mürgiste õhusaasteainete, sealhulgas tahkete osakeste ja PAH-ide koguheidet, eriti jäätmete põletamise korral *(16–20).* Need saasteained võivad tekkida ka metsatulekahjudest.

Tööstusettevõtted paiskavad õhku hulgaliselt erinevaid kemikaale, välisõhku sattuvate kemikaalide valik ja kontsentratsioon sõltuvad kohalike tööstusettevõtete tüübist ja intensiivsusest. Lisaks otse põletamisallikatest tekkivatele saasteainetele (primaarsed saasteained) tekib õhus teatud kemikaale (näiteks formaldehüüd) ka keerukate protsesside kaudu (sekundaarsed kemikaalid), mis hõlmavad põletamisallikatest, põllumajandusest, teistest inimtekkelistest protsessidest ja looduslikest protsessidest (näiteks biogeensed heitmed) pärinevaid gaasilisi lähteaineid *(21).*

2.1.3. Riski vähendamise meetmed väliskeskkonnast pärinevate kemikaalide suhtes

Kuna välisõhu saaste on siseõhu kvaliteedi oluline tegur, tuleb vastavalt standarditele ja suunistele rakendada meetmeid hooneid ümbritseva õhu kvaliteedi ohjeks *(21,22).*

Riiklikud ja kohalikud asutused saavad selles kontekstis otsustavalt sekkuda linnaplaneerimise ja erinevatest tegevustest (näiteks tööstusettevõtete heitkogused) pärinevate heitkoguste ohje tasandil.

Uute lastele mõeldud üldkasutatavate hoonete asukohtade kavandamisel peaks olema kohustuslik mõelda suure liiklusega teede, tööstusobjektide ja teiste suurte heiteallikate lähedusele, samuti peaksid olema kohustuslikud hoonete ümbruses õhusaaste vähendamiseks rakendatavad meetmed.

2.1.3.1. Liikluse reguleerimine hoonete ümbruses

Õhusaastet hoonete ümber võivad aidata vähendada meetmed, mis propageerivad laste kooli, lasteaia või päevahoiu ja kodu vahel liikumise viisi muutmist. Pikaajalised sekkumismeetmed hõlmavad aktiivse liikumise eelistamist *(23)*, liikluse reguleerimist laste sõidukitest välja laskmise kohas, ühesuunalise liikluse kohandamist ning puhta õhu tsoonide loomist koolide ümber teede sulgemise abil *(24).*

Võimaluse korral tuleb teha jõupingutusi liiklust tekitavate rajatiste ja sündmuste vältimiseks hoonete läheduses. Sõidukitest tuleneva heite vähendamiseks võib ka keelata koolibusside ja lapsevanemate/hooldajate autode hoidmise tühikäigul. Kasu võib olla tühikäigu keelamisest ning laste autost välja laskmise ja peale võtmise kohtade ning parkimisplatside paigutamisest koolimaja sissekäigust ja akendest eemale *(13).*

2.1.3.2. Rohealade loomine hoonete ümber

Kokkupuudet välisõhu saasteainetega võib vähendada hooneid ümbritsev roheala (puud ja põõsad) *(25, 26, 27).* Kohaliku välisõhusaaste vähendamisel on abi ka roheliste barjääride loomisest hooneväliste saasteallikate ja laste kasutuses olevate ruumide vahele *(13).* Rohelust kooli territooriumil ja selle ümber ning suuremat puude hulka koolihoonete ümber on seostatud NO_2 ja teiste liiklusega seotud õhusaasteainete väiksema sisaldusega õhus ning ka madalama müratasemega *(28,29).*

Koolihoovide ja ümbritseva ala rohelisemaks muutmine on ka tõhus vahend laste sotsiaal-emotsionaalse seisundi ja tervise parandamiseks, kuna see muudab nad füüsiliselt aktiivsemaks ning suurendab jalgrattaga või jalgsi koolis käimise valmidust *(30).* Hiljutine uuring näitas, et koolimaju ümbritseva keskkonna omadused, nimelt rohealade olemasolu ja liigirikkus, võivad vähendada hingamisteede haiguste tekke riske kooliealistel lastel *(31).*

Rohebarjääride kavandamisel tuleks mõelda taimede sobivusele (talutavus, kasvuruum, liigid jms). Valesti istutatud puud ja põõsad võivad soodustada maapinna tasandil tekkivate saasteainete levikut ning mõned taimeliigid võivad vabastada allergeenset õietolmu ja biogeenseid LOÜ-sid, millega võivad kaasneda teised terviseriskid. Kõige tõhusamad on tihedate väikeste jäikade lehtedega liigid ning igihaljaste liikide eelis on see, et need filtreerivad õhku aastaringselt *(32)*.

Kõrghoonetega tänavate rägastikus asuvate lasteasutuste ümber (kus mõlemal pool tänavat on kõrged hooned) saab istutada ainult roheseinu ja madalaid põõsaid ning hekke. Madalamate hoonetega tänavatel (kus tänava äärde jäävad hooned ei ole nii kõrged) võib mõelda ka hõredamalt istutatud väikeste puude kasutamisele. Kui lasteasutus asub otse tee ääres, tuleks roheline barjäär luua otse tee äärde nii, et taimede lehed ulatuvad maapinnast vähemalt umbes 2 meetri kõrgusele (näiteks üle katkematu heki ulatuv puuderida) *(32).* Keerukamad ja vähemal määral ohjatavad rohelised barjäärid on suurema õhupuhastamise ning kliimatingimusi reguleerivate ökosüsteemiteenuste pakkumise võimekusega *(33,34).*

2.1.3.3. Ventilatsiooni tõhustamine/optimeerimine

Sellistes hoonetes, kus kasutatakse ainult loomulikku ventilatsiooni, tuleks ventilatsioonimeetodeid optimeerida nii, et ruumide kasutajad puutuvad välisõhus levivate saasteainetega vähem kokku. Näiteks võib klassiruumid varustada akendega, mis avanevad ja sulguvad automaatselt kõige kahjulikumate välisõhu saasteainete levikut seiravate andurite näitude põhjal *(35)*. Kui sellist tehnikat ei ole võimalik kasutada, tuleks õhutamisharjumusi muuta vastavalt eeldatavale välisõhu saaste tasemele.

Saastunud linnapiirkondades asuvate hoonete puhul ei tohiks hommikuse ja pärastlõunase tipptunni ajal ega siis, kui lapsi kooli tuuakse või neile järele tullakse, aknaid avada, ent klassiruume tuleb enne õpilaste saabumist ja iga puhkepausi ajal piisavalt õhutada. Koolipäeva hilisem alustamine (näiteks kell 9 hommikul) võib võimaldada õhutamisaegu muuta, et need ei langeks kokku tipptunni liikluse aegadega *(36).* Õhutamisel tuleks eelistada vähem saastatud tsoonide poole jäävaid aknaid, arvestades võimaluse korral ka tuulesuundadega.

Filtreerimata õhuga ventileerimist (st loomulik ventilatsioon või ainult väljatõmbeventilaatoritega mehhaaniline ventilatsioon) tuleks kasutada ainult kohtades, kus välisõhu saastatus on väike *(37).* Kohas, kus õhukvaliteedi standarditest ei peeta kinni, tuleks eelistada sertifitseeritud filtrite ja õhupuhastusvõimekusega ventilatsioonisüsteemide kasutamist.

Saastatud tööstus- või linnapiirkondades asuvate haridusasutuste korral võivad hoone välispiirde õhukindlamaks muutmine, akende tihendamine ning nõuetekohaste kütte-, ventilatsiooni- ja kliimaseadmete (HVAC) süsteemide paigaldamine hoida ära välisõhu saastainete pääsemise siseõhku. Ventileerimiseks kasutatavad HVAC-süsteemid peavad olema nõuetekohaselt projekteeritud ja hooldatud ning kvalifitseeritud töötajad peavad neid regulaarselt kontrollima. Seadmed peavad vastama ka energiatõhususe nõuetele.

Alati tuleb pidada kinni ventilatsioonisüsteemide nõuetekohase projekteerimise ja käitamise suunistest *(38).* Välisõhu sissetõmbeavad peaksid asuma võimalikult kaugel välisõhu saasteallikatest, näiteks parklatest, suitsetamisaladest, väljatõmbeõhu suubumiskohtadest ja korstnatest.

Kokkuvõtlikult öeldes on üldise põhimõtte/lähenemise kohaselt peamiselt välisõhust pärinevate saasteainete tõhusa vähendamise meetmete eesmärk koole ja lasteaedu ümbritseva õhu saaste vähendamine või selle sisekeskkonda pääsemise minimeerimine näiteks roheliste tõkete loomise ja/või õhutusmeetodite muutmise, sealhulgas siseneva õhu filtreerimise teel.

2.2. Meetmed peamiselt siseruumides leiduvatest allikatest pärinevate kemikaalidega seotud terviseriskide vähendamiseks

2.2.1. Peamiselt siseruumides leiduvatest allikatest pärinevad keemilised saasteained

Haridusasutuste sees võib tulenevalt ehitusest, renoveerimisest, kasutamisest või hooldamisest või teatud hariduslikel eesmärkidel kasutatavatest materjalidest või teatud tegevuste käigus mitmetest erinevatest allikatest eralduda paljusid õhus levivaid kemikaale.

2.2.1.2. Pidev heide

Laste haridusasutuste siseõhus leidub sageli aldehüüde, LOÜ-sid (aromaatsed süsivesinikud, estrid, terpeenid ja klooritud süsivesinikud) ning PLOÜ-sid (broomitud leegiaeglustid, PAH-id, perfluoritud ühendid, ftalaadid). Aldehüüdid ja LOÜ-d on väga murettekitavad, kuna need on üldlevinud ja avaldavad inimeste tervisele olulist mõju. Neid ühendeid eraldub siseruumides mitmetest allikatest.

Kõige enam uuritud keemilised saasteained, mida leidub koolikeskkonnas kõige rohkem ning millel on oluline mõju laste tervisele, on formaldehüüd, benseen, etüülbenseen, tolueen, ksüleenid, naftaleen, stüreen, limoneen ja alfa-pineen. Üle-Euroopalise projekti SINPHONIE andmete uus analüüs näitas, et 29%, 19% ja 11% lastest puutusid vastavalt korraga kokku kahe, kolme või nelja teadaolevalt tervistkahjustava LOÜ suurenenud kontsentratsiooniga (> keskmine väärtus) *(39).* Enamikke nendest ühenditest leidub siseõhus tavaliselt rohkem kui välisõhus *(40).*

Mööbel, põranda-/seina-/laekattematerjalid, vaibad, kardinad ja rulood, aknaraamid, plastmaterjalid, vaigud, liimid ning värvitud või lakitud esemed võivad kõik pika aja, nädalate või isegi aastate jooksul pidevalt vabastada õhku kemikaale. Nendest toodetest eralduvad kemikaalid ja heitemäärad sõltuvad kasutatud materjalidest ning teistest teguritest. Lisas 1 (tabel A.1) on välja toodud sageli tuvastatavate kemikaalide võimalikud allikad siseruumis.

Enamik puidupõhiseid mööbliesemeid ja põrandamaterjale on fikseeritud karbamiidformaldehüüdvaikudega ning seetõttu on uute toodete formaldehüüdiheide muret tekitav *(41).* Värvitud või lakitud täispuidust või komposiitpuidust mööblist eraldub formaldehüüdi ja mitmeid LOÜ-sid, nimelt stüreeni, tolueeni, ksüleene, etüülbenseeni, diklorobenseeni ja benseeni *(42).*

Pressvineerist, vineerist või puitlaastplaadist põrandamaterjalidest, vaipade tagakülgedest ning kangastest võib eralduda formaldehüüdi ja mitmeid LOÜ-sid. Polüvinüülkloriidi (PVC) sisaldav / vinüülpõrandakattematerjal võib eritada aromaatseid süsivesinikke (tolueen, benseen, etüülbenseen, ksüleenid, stüreen, bensaldehüüd, 2-etüülheksanool, atsetofenoon) ja PLOÜ-sid, näiteks ftalaate isegi aasta aega pärast paigaldamist *(31,43).* Lisaks PVC-põrandakattest ja PVC-kattega puitlaastplaadist juba ise eralduvale heitele suurenevad heitkogused juhul, kui need materjalid on paigaldatud liimainetega *(44,45).* Formaldehüüdi sisaldust klassiruumi õhus võivad suurendada ka laeplaadid *(46).*

Muret tekitavad veepõhistes värvides sisalduvad aldehüüdid ja lahustipõhistes värvides sisalduvad ksüleenid, 2-butanooksoniim ja teised LOÜ-d. Lahustipõhised värvid on üldiselt palju suurema heitega *(43).* Tavaliste värvide koostises sageli lahustitena kasutatavaid keemilisi ühendeid kasutatakse endiselt emailvärvides, ent väiksemas koguses *(47).*

2.2.1.3. Vahelduvad heitmed

Siseõhu kemikaalisisaldust võivad suurendada tegevused, mille käigus kasutatakse värve, liimi, tööõpetuse või kunstitarbeid, markereid, parandusvedelikke ja elektroonikat, eriti ebaviisava ventilatsiooni korral *(48).*

Koristustööd on ühed tähtsamatest lasteasutuste siseruumi saasteallikatest *(8,49).* Puhastus- ja desinfitseerimisvahendid ning õhuvärskendid eritavad tavaliselt mitmeid ohtlikke kemikaale, sealhulgas terpeene, näiteks limoneeni ja alfa-pineeni *(50)* ning formaldehüüdi. Lisaks limoneenile ja alfa-pineenile on ammoniaaki sisaldavaid aknapesutooteid seostatud tolueeni, butüülitud hüdroksütolueeni, butanooli, 1-metoksü-2-propanooli, nonanaali, dekanaali, ftaalanhüdriidi ja fenooli sisalduse suurenemisega õhus *(31).*

Vahade ja poleerimisvahendite kategooriasse kuuluvate puhastustoodete kasutamine võib suurendada ka benseeni, etüülbenseeni, m/p-ksüleeni, tetrakloroetüleeni ja stüreeni sisaldust õhus *(31)*. Ka eeterlikke õlisid, näiteks looduslikke lõhnaaineid sisaldavad tooted võivad põhjustada ulatusliku kokkupuute terpeenidega. Lisaks võivad oksüdandid (näiteks osoon) terpeenidega reageerida, mis tekitab sekundaarseid saasteaineid *(51)*. Ka teatud puhastusmeetodid (näiteks auruga sügavpuhastamine) võivad soodustada teatud vaipadest kemikaalide eraldumist, mis kogunevad seejärel puhastamise ajal ja pärast seda ebapiisava ventilatsiooni korral siseõhku *(52).*

Koolides, kus teatati siseruumides pestitsiidide kasutamisest (näriliste, tarakanide ja/või sipelgate leviku ohjamiseks), tuvastati võrreldes nende hoonetega, kus pestitsiide ei kasutatud, märgatavalt suurem tetrakloroetüleeni, stüreeni ja heksaani sisaldus õhus *(31).*

2.2.1.4. Teised kemikaalide heidet või lahjendamist mõjutavad tegurid

Lisaks pidevale heitele materjalidest võivad heitkoguseid suurendada ka õhutemperatuuri (päikesekiirgus, põrandaküte, ülekuumenemine) või õhuniiskuse suurenemine. Kliimamuutused ja nendega seotud kuumalained ning teatud linnapiirkondades esinev soojussaarte nähtus võivad kutsuda esile atmosfääritingimusi, mis võivad siseõhku mitmel erineval moel mõjutada.

Laste päevahoiu asutustele, lasteaedadele ja koolidele on sageli omane suur laste arv asutuses ja/või ebapiisav ventilatsioon *(7, 53–55).* Õpilastest pakatavas klassiruumis võib õhukvaliteet kiiremini halveneda ning ebapiisav ventilatsioon soodustab saasteainete kogunemist siseõhku.

Külmade talvedega riikides esineb hoonetes, kus kasutatakse vaid loomulikku ventilatsiooni, sageli väga suur siseõhu saasteainete kontsentratsioon *(55).* Pika kuuma hooajaga riikides võivad ruumid ainult seinakinnitusega mitmeosalise kliimaseadme kasutamise korral jääda samuti ebapiisavalt ventileerituks, sest aknaid hoitakse mugava temperatuuri tagamiseks suletuna. Paljudel juhtudel ei saa aknaid korralikult avada turvakaalutlustel või seetõttu, et õues on saastunud linnaõhk *(53).* Hooned on ka aastate jooksul õhukindlamaks muutunud, sest hoonetesse on energia säästmiseks paigaldatud soojusisolatsiooni süsteeme.

Õhu süsinikdioksiidi (CO_2) sisaldust, mis sõltub suuresti sellest, kui palju on ruumis inimesi, kasutatakse sageli ruumide ventileerituse näitajana. Õhu suuremat CO_2 sisaldust seostatakse tavaliselt teiste siseõhu saasteainete ja bioheidete suurema sisaldusega õhus *(12, 56–58).* Uuringus „Rahvusvahelised kohaldamismeetmed siseruumide õhukvaliteedi integreeritud haldamiseks“ (InAirQ), millesse oli kaasatud 64 Kesk-Euroopa kooli, leiti, et umbes 80% koolidest ei suutnud tagada soovituslikku CO_2 sisaldust õhus, mis on kuni 1000 miljondikku (ppm) õhuühikus (tähendab head õhukvaliteeti) *(7).* Üle-Euroopalise projekti SINPHONIE raames mõõdetud keskmine CO_2 sisaldus õhus jäi samuti üle 1000 ppm, küündides nimelt 1581 ppm-ni *(11, 39).*

Euroopa standardiga EN 16798 1:2019 on hoonest sõltuvalt lubatud välisõhu kontsentratsioonist (415 ppm ja kasvav trend) 550–1350 ppm võrra suurem CO_2 sisaldus siseõhus. Mõnede riiklike ventilatsioonistandarditega (näiteks United Kingdom’s Building Bulletin) *(59)* on maksimumväärtuseks kehtestatud 1500 ppm. Kuni 1500 ppm suurust CO_2 sisaldust õhus võib seega pidada klassiruumis aktsepteeritavaks mõõdukalt hea siseõhu kvaliteedi tagamiseks, 1000 ppm on aga sobiv hea siseõhu kvaliteedi tagamiseks *(58).*

2.2.2. Peamiselt siseruumis leiduvatest allikatest pärinevate kemikaalide riskileevendamise meetmed

2.2.2.1. Allika ohje

Kõige tõhusamad leevendusmeetmed on keskendunud siseruumis leiduvate kahjulike saasteainete allikate kõrvaldamisele. Kemikaalikasutuse minimeerimine vähendab saastet, kemikaalijäätmete hulka ja kulusid ning suurendab ohutust. See hõlmab väiksemate kemikaalikoguste kasutamiseks võetavaid meetmeid (näiteks kooli teaduslaborites, territooriumi hooldamisel ja tööõpetuse projektides kasutatavad kemikaalid, samuti tooted, mis suurendavad vahelduvalt siseõhusaastet) ning nende asendamist võimaluse korral loodussõbralikumate alternatiividega. Väikese heitega toodete kasutamine vähendab pidevat saasteainete heidet siseõhku.

Renoveerimine: materjalid ja ajastus

Viimastel kümnenditel on kasutusele võetud mitmeid erinevaid väikese heitega materjalide sertifitseerimise süsteeme. Mitmed riiklikud organisatsioonid ja organisatsioonid, kelle teenuste kasutamine on kohustuslik, katsetavad ja sertifitseerivad vähese heitega materjale. Üldkasutatavate lasteasutuste ehitamisel, dekoreerimisel, renoveerimisel ning möbleerimisel (näiteks vinüülpõrand ja komposiitpuidust plaadid, liimid, lakid, värvid, sünteetilised vaigud, vaibad, kardinad, rulood) soovitatakse tungivalt kasutada sertifitseeritud ja vastavalt märgistatud alternatiive, mille LOÜ-de ja PLOÜ-de heide on väike või puudub täielikult.

Juhtkond ja töötajad peaksid enne uute materjalide ja toodete ostmist või ruumide renoveerimiseks või dekoreerimiseks annetatud materjali vastuvõtmist olema teadlikud nende heitest. Euroopa Liidu (EL) ökomärgis hõlmab mitmesuguseid erinevaid tooterühmi (tekstiiltooted, kattematerjalid, mööbel, värvid ja lakid, määrdeained, puhastustooted jms), mille tootmisel ja kasutamisel on tagatud inimeste tervise ning keskkonna kaitse. Täpsemat teavet ELi ökomärgise kohta leiab Euroopa Komisjoni spetsiaalselt veebilehelt.[1] Teiste märgistamissüsteemide seas on näiteks Blue Angel, AgBB, Nordic Swan, EMICODE, M1, ANSES, Ü-mark, Danish Indoor Climate Label, Byggvarudeklaration, Natureplus ja Umweltzeichen.

Eriti ettevaatlik tuleb olla põranda-, seina- ja laekattematerjalide valimisel, sest heitepind on nende puhul suur. Nii jäikade kui painduvate põranda-/seina-/laekattematerjalide puhul tuleb eelistada lahustivabasid ja väikese heitega liime. Kasutada tuleks ainult väikese heitega seinavärve (näiteks lubjapesu, emulsioonvärvid).

Renoveerimise korral võivad ka üsna väikese heitega materjalid vabastada mitmeid kemikaale, mis kogunevad siseõhku. Seega tuleb ruume 3–4 kuu jooksul pärast renoveerimist, dekoreerimist või uue mööbli ostmist intensiivsemalt õhutada *(47).* Sellised renoveerimistööd, mis ei ole pakilise iseloomuga, peaksid olema lubatud ainult pikemate pauside ajal (näiteks suvevaheajal), et kemikaalidele jääks enne ruumide kasutajate naasmist piisavalt aega materjalist eraldumiseks. Renoveeritud koolides tuleks võimaluse korral siseõhku kontrollida, hinnates vastavalt õhu kemikaalisisaldust ja/või uurides, kas ruumide kasutajatel on ilmnenud terviseprobleemide sümptomeid.

Mööbel

Üldkasutatavates lasteasutustes tuleks kasutada mööblit, mis on märgistatud väikese formaldehüüdi sisaldusega või formaldehüüdi vabana. Kattematerjalid ja pinnaviimistlusmaterjalid peaksid samuti olema väikese heitega ning vältida tuleks ebavajalikke lakke ja värve.

[1] Täpsemat teavet ELi ökomärgise kohta leiab Euroopa Komisjoni spetsiaalselt veebilehelt. Vt ELi ökomärgise tootekataloogi: http://ec.europa.eu/ecat/.

Puhastamine

Õhu kemikaalisisaldust võib vähendada puhastustavade tõhustamine, puhastusvahendite asendamine väikese heitega vahenditega, puhastusmeetodite muutmine ning akende avamine koristamise ajal ja pärast seda *(60).* Suured koristustööd tuleks eelistatult viia läbi pärast õppetundide lõppu. Võimaluse korral tuleks kindlasti vältida õhupuhastusvahendite ja teiste lõhnastatud puhastusvahendite kasutamist.

Seadmed

Töötavad koopiamasinad ja printerid on LOÜ-de, osooni ja tahkete osakeste allikas *(61)*. Eralduvate saasteainetega kokkupuute vähendamiseks võib need paigutada eraldi ruumi, mis on korralikult ventileeritud *(28).*

Tegevuste vaheldumine

Siseruumides läbiviidavaid tegevusi, kunstitunde ja/või teaduslaborites toimuvaid tunde, milles kasutatakse kemikaale, tuleks hoolikalt kavandada. Nendes tundides vajalike kemikaalide kasutus tuleks jätta minimaalsele tasemele ning võimaluse korral tuleks kasutada loodussõbralikke alternatiive. Teaduslaboritesse, hoiuruumidesse, koopiamasina ruumi ning köökidesse tuleks võimaluse korral paigaldada otsese väljatõmbega ventilatsioonisüsteem, mis eemaldab saasteained enne nende levimist. Kui see ei ole võimalik, võiks vastavate tegevuste ajal ja pärast tegevuste lõpetamist ruume intensiivsemalt ventileerida.

2.2.2.2. Temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse reguleerimine

Mitmetes katsekambris läbiviidud katsetes on tõestatud, et õhutemperatuuri (suvel alla 26 °C) ja suhtelise õhuniiskuse (40–55%) ohje võib vähendada materjalidest eralduvate kahjulike kemikaalide vabanemist õhku *(62).* Hoonete fassaadide varustamine välise varjutusega võib aidata vältida päikesesoojuse jõudmist ruumidesse akende kaudu. Samal põhjusel võib ka välisseinad täielikult või osaliselt taimedega katta. „Elus“ välisseinad (mille puhul taimed kasvavad välja maast) ja rohefassaadid (mille puhul taimed on istutatud seinale paigaldatud vertikaalsetele tugedele) on jahutava toimega, parandavad õhukvaliteeti ning vähendavad linnakeskkonnas müra *(63).*

Kui sellist paigaldist ei ole võimalik kasutada, võib ruumide ülekuumenemise vältimiseks ja mugava temperatuuri tagamiseks kasutada kuumust vähendavaid väikese heitega aknakilesid. Siseruumide soojenemist võivad aidata vältida ka energiasäästlikud lambid ja elektriseadmed. Kui sooja kliimaga piirkondades ei piisa nendest passiivsetest meetmetest, võib kasutada vähese energiakuluga jahutustehnikat.

2.2.2.3. Ventilatsioon

Siseruumis leiduvatest allikatest pärinevate kemikaalide sisaldus õhus väheneb tavaliselt ventileerimise ajal kohe, sest saastatud (sise-) õhku lahjendatakse välisõhuga *(37, 54).* Ulatuslikum ventileerimine ja klassiruumi õhu CO_2 sisalduse vähendamine aitab õpilastel kiiremini töötada ning parandab nende testitulemusi *(64).*

Loomuliku ventilatsiooni strateegiad

Haridusasutustes, kus ventilatsioon seisneb peamiselt manuaalses õhutamises, suureneb siseruumis tekkivate kemikaalide sisaldus õhus pidevalt, kui aknad on suletud, ning väheneb ventileerimise ajal kiiresti *(65).* Loomuliku ventilatsiooni optimeerimine aitab siseõhu kvaliteeti parandada. Üldkasutatavates lasteasutustes kasutatav ventileerimisstrateegia tuleks kohandada vastavalt välisõhu saastele, kliimatingimustele ning mürale.

Loomuliku ventilatsiooniga lasteasutuses ei tohiks kasutada puhta õhu sissetõmbeta seinakinnitusega mitmeosalisi kliimaseadmeid või nende kasutamise korral tuleks samaaegselt kasutada ka CO_2 andureid. Vältida tuleb ruumide ülerahvastatust: ruumide umbseks muutumise vältimiseks tuleks ruumi jätta vähemalt 2 m^2 lapse kohta *(11, 66).*

Järgmises loetelus on toodud välja loomulikud ventilatsioonistrateegiad loomuliku ventilatsiooniga üldkasutatavate lasteasutuste siseõhu kvaliteedi parandamiseks juhul, kui välisõhk on vähesel määral saastatud, ning täiendavad märkused nende kasutamise kohta.

- Loomulikku ventilatsiooni saab tõhustada odavate anduritega ühendatud automaatselt avanevate akende abil.
- Ruumidesse võib paigaldada CO_2 andurid, millel kuvatakse CO_2 kontsentratsiooni suurenemise korral visuaalne hoiatus, ning õpetajaid ja õpilasi tuleb sel juhul juhendada avama aknaid hoiatuse kuvamise korral *(67).*
    - Anduritel on indikaatortuled, mis näitavad katkematult, kui umbne on ruumis (näiteks oranž tuli, kui ruume tuleks ventileerida, sest õhk on veidi umbne, punane tuli, kui aknad või uksed/ aknad tuleks kohe avada, sest ruumi CO_2 kontsentratsioon on üle 1500 ppm piiri, ja roheline tuli, kui uksed/aknad võib energia säästmiseks sulgeda, sest õhu CO_2 kontsentratsioon on väike).
    - Suuremat CO_2 kontsentratsiooni seostatakse küll tavaliselt teiste siseruumis leiduvatest allikatest pärinevate saasteainetega, ent see süsteem ei anna otseselt teavet teiste siseõhu saasteainete kontsentratsioonide kohta. Seetõttu ei piisa õhu CO_2 sisalduse ohjamisest alati selleks, et tagada teiste saasteainete püsimine suunistega kehtestatud piires *(56).*
    - Kui õhu kemikaalisisalduse suurenemine on tõenäoline (uue mööbli või dekoratsioonide korral, tööõpetuse või kunstitundides, kus kasutatakse markereid, tinte, liime või värve jms), võib lisaks CO_2 anduritelt saadaval teabel põhinevale vajalik olla ka täiendav ventileerimine.
    - Suure epideemia korral tuleb andurite häire andmise tase samuti seada madalamaks (näiteks oranž, kui CO_2 kontsentratsioon on kuni 800 ppm, ja punane, kui see on vähemalt 1000 ppm) *(68).*
- Õpetajad, õpilased ja teised isikud saavad ruumide õhutatuse parandamiseks ka vastavaid meetmeid võtta.
    - Need meetmed hõlmavad enne tundide algust ja iga puhkepausi ajal teatud ajaks sõltuvalt välis- ja siseõhu temperatuuridest ruumi ühel küljel kõigi akende ja teisel küljel ukse ristseliti avamist (ristventilatsioon), kunsti ja tööõpetusega tegelemise, söömise ja koristamise ajal ning pärast neid tegevusi akende avamist, talvel sisekoridori viiva ukse lahti jätmist ning soojal hooajal alt avaneva akna ööseks tuulutusasendisse jätmist.

    - Öine ventileerimine tagab hommikul parema siseõhu kvaliteedi ning on ka tõhus passiivse jahutamise meetod, mida soovitatakse kasutada efektiivselt soojustatud hoonetes.

♦ Õpetajate ja õpilaste käitumise muutmiseks võib korraldada algatusi teadlikkuse parandamiseks ning jagada infovoldikuid, milles kirjeldatakse korraliku ventileerimise kasulikku mõju tervisele ja õpitulemustele. Kasutada võib ka interaktiivseid vahendeid, mille abil õpilased saavad õhu CO_2 sisaldust hinnata, ning koostada ventileerimise plaane *(55).*

    - Sekkumisuuringutes on rakendatud mitmesuguseid erinevaid vähekulukaid meetmeid, mille eesmärk on muuta ruumide kasutajate käitumist *(55, 69).* Need küll vähendasid klassiruumides õhu CO_2 sisaldust, ent neist ei piisanud alati kõigi siseõhu saasteainete sisalduse ohututesse piiridesse viimiseks *(69).*

♦ Soojal hooajal (kui sise- ja välisõhu temperatuuride vahe ei pruugi olla piisavalt suur puhkepauside ajal õhuvahetuse tagamiseks) võivad loomulikku ventilatsiooni toetada vahelduvalt töötavad ventilaatorid *(70),* päikeseenergiat kasutavad süsteemid ja tuuleveskid *(71*).

Kõigi ülaltoodud strateegiate puhul tuleb võtta arvesse, et saastatud välisõhuga kohtades võib nõuetekohase filtreerimise ja õhupuhastuseta intensiivsem ventilatsioon suurendada väljastpoolt hoonet pärinevate saasteainete sisaldust siseõhus ning seega ka ruumi kasutajate kokkupuudet nende saasteainetega.

Mehhaanilised ventilatsioonistrateegiad

Hoone renoveerimise korral võimaldab energiasäästlikul režiimil töötava mehhaanilise ventilatsioonisüsteemi (või hübriidsüsteemi) paigaldamine suurema õhuvahetuse kaudu paremini ohjata siseõhusaastet, eriti saastunud linna- või tööstuspiirkonnas asuva asutuse korral. Ventilatsioonisüsteemi seadistamine nii, et õhu CO_2 sisaldus jääb alla 1200 ppm, võib suurendada siseruumis tekkinud saasteainete kõrvaldamise määra *(37).*

Ventilatsiooni intensiivsus tuleks valida ruumi kasutajate tegelike vajaduste ja nõudmiste, mitte ainult projekteerimisparameetrite alusel – see tuleks kindlaks määrata ja väljendada liitritena sekundis inimese kohta (l/s inimese kohta) või kuupmeetrina tunnis inimese kohta (m^3/h inimese kohta) ning peaks vastama asjaomastele suunistele ja standarditele *(70).*

Inimtekkeliste bioheidetega (CO_2 ja veeaur) saastatud ruumides, kus puudub materjalidest pärinev heide, on õhukvaliteedi tagamiseks soovitatud minimaalne ventilatsiooni intensiivsus 4 l/s inimese kohta (umbes 15 m^3/h inimese kohta) *(38, 70)*. Värske õhuga varustamisega tagatakse, et ruumi kasutajate metaboolselt tekitatud CO_2 kontsentratsioon jääb alla 1500 ppm ning suhteline õhuniiskus jääb normi piiresse. Intensiivsema tegevuse korral (näiteks liikumine, eksamid) või juhul, kui ruumis leidub ka siseruumi saasteainete allikaid, soovitatakse juhul, kui õhukvaliteet ei vasta siseõhu kvaliteedi suuniste nõuetele, näiteks WHO siseõhu kvaliteedi suuniste nõuetele, kasutada intensiivsemat ventileerimist *(21)*.

Lisaks inimtekkeliste bioheidete eemaldamiseks vajalikule tuleb Euroopa Liidu standardi EN 16798 1:2019 kohaselt hoonetes, kus on kasutatud väikese heitega materjale, tagada 0,2–1 l/s/m^2 värsket õhku ning hoonetes, kus on kasutatud suurema heitega materjale, 0,8–2 l/s/m^2 värsket õhku. Paljudes uuringutes on soovitatud kasutada standardite ja eeskirjade miinimumnõuetest intensiivsemat ventileerimist *(71).* Kõige väiksem ventilatsioonikiirus, mille korral ei ole epidemioloogilistes uuringutes negatiivseid mõjusid täheldatud, on 6–7 l/s inimese kohta (umbes 22–25 m^3/h inimese kohta) *(70).*

2.2.2.4. Filtreerimine ja teised saasteainete eemaldamise meetodid

Juhul, kui hoone sees ja väljas tekkivaid heitmeid ei ole võimalik kohe kõrvaldada, võib nende leviku võimalikult suure piiramise ning ventilatsiooni tõhustamise kõrval täiendava meetmena kaaluda ka filtreerimise kasutamist siseruumis sisalduvate keemiliste saasteainete hulga vähendamiseks. Nagu eespool kirjeldatud, võivad nõuetekohaselt kasutatavad HVAC-süsteemid, mis on varustatud sobivate filtritega ning on piisava õhu puhastamise võimekusega, hoonetest eemaldada enamiku nii välisõhust kui siseruumis leiduvatest allikatest pärinevatest saasteainetest ning vähendada ruumide kasutajate kokkupuudet nendega *(71).*

Paistab, et mõnedel juhtudel saab tekkeallikate ohjet ja ventileerimist tõhusalt täiendada näiteks filtreerimisega võimsate kaasaskantavate õhupuhastusseadmete abil *(72,73)*. Mõned õhupuhastusseadmed on tahkete osakeste filtreerimise kõrval varustatud ka gaasipuhastustehnoloogiaga. Imavusel ja keemilisel neelduvusel põhinevad õhufiltrid suudavad teatud saasteaineid sekundaarset heidet tekitamata eemaldada, ent nende adsorptsioonivõime on piiratud. Mõned õhupuhastusseadmed võivad ka tekitada kahjulikke kõrvalsaadusi (näiteks aldehüüdid, NO_2, CO ja osoon) *(74, 75).* Kaasaskantavad õhupuhastusseadmed on ka piiratud tööalaga ning filtreerivad seega õhku ainult ühes ruumis või piiratud alal *(74,75).* Suurema ventilaatori töökiirusega seadmed, mis suudaksid tõhusalt klassiruumi õhku filtreerida, on tavaliselt haridusasutuses kasutamiseks liiga suured ja mürarikkad. Kuna need seadmed ei varusta värske õhuga, vaid panevad juba ruumis oleva õhu ringlema, tohib neid üldkasutatavas lasteasutuses kasutada ainult juhul, kui tagatud on ka värske õhu ruumipääs. Seega ei soovitata neid kasutada, ent need sobivad teatud spetsiifilistel juhtudel ajutiseks täiendavaks lahenduseks. Sel juhul tuleks enne seadmete ostmist tootjalt hankida reaalsetes tingimustes läbiviidud tõhususe katse tulemused.

Hoonele kehtivate energiatõhususe nõuete täitmiseks tuleks kaaluda ka energiatõhusate siseõhu parandamise meetmete kasutamist. Toataimed vähendavad küll teadaolevalt õhu mõnede LOÜ-de, CO_2 ja tahkete osakeste sisaldust, ent siseõhusaaste kontrolli all hoidmiseks oleks vaja väga palju taimi (10–1000 taime m^2 kohta) *(76)*. Saasteaineid suudavad eemaldada ka piisavalt suured (> 5 m^2) roheseinad, millele on piisava tihedusega taimi istutatud ning mis on varustatud nõuetekohase valgustusega, ent ainult piiratud ulatuses *(77).*

Kõigi siseruumides roheseinte kasutamisega kaasnevate plusside (parem õhukvaliteet, positiivsed emotsionaalsed mõjud) ja miinuste (hallitus ja suurem õhuniiskus) hindamiseks tuleks viia läbi täiendavaid uurimusi, samuti tuleks uurida teisi biofiltreerimise tehnoloogiaid. Ulatuslikuma taimede kasutamise korral tuleks erilist tähelepanu pöörata mikroorganismidega kokkupuute vältimisele ning liigse õhuniiskude ja hallituse tekke vältimisele *(78–80).*

Uute LOÜ-de kõrvaldamise meetodite seas on ka adsorptsioon ja fotokatalüütiline oksüdantsioon värvidega, milleks kasutatakse katalüütilisi nanomaterjale. Need on aga tõhusad vaid juhul, kui ruumis on saasteaineid reaktsioonikohale toimetavad õhuvood. Nanomaterjalid võivad olla ka tervisele ohtlikud *(81).* Mõnedes uuringutes on leitud, et väidetavalt õhku puhastavad värvid ei olnud tõhusad *(47)* ning nende kasutamine tekitas põhjendamatult turvatunde. Seetõttu tuleks selliste värvide kasutamise üle hoolikalt järele mõelda ning arvestada tuleks ka võimalike komplikatsioonidega.

Kokkuvõtlikult öeldes on peamiselt siseruumis leiduvatest allikatest pärinevate saasteainete leviku vähendamise meetmete eesmärk vähendada õhu saasteainete sisaldust nii saasteallikate ohje kui ka ventileerimise või filtreerimise teel nende kontsentratsiooni vähendamise või nende eemaldamise kaudu.

3. SISEÕHU KVALITEEDI PARANDAMISE JUHTUMIUURINGUD

Erinevate siseõhu kvaliteedi parandamise meetmete tõhususe katsetamiseks on viidud läbi juhtumiuuringuid. Tabelis 1 on toodud välja mõned selliste dokumenteeritud sekkumis-uuringute andmed.

Tabel 1. Üldkasutatavate lasteasutuste siseõhu kvaliteedi parandamise sekkumisuuringud

Asukoht, uuringusse kaasatud kohtade arv	Sekkumised	Järeldused	Viited
Erinevad piirkonnad Šveitsis 23 klassituba küttehooajal	• Suulised ja kirjalikud juhised • Teadlikkuse parandamine õppetundide ja õpilastele mõeldud interaktiivse vahendi abil, mida sai kasutada vajaliku ventileerimisaja hindamiseks	• Keskmine CO_2 kontsentratsioon vähenes • 1500 ppm saavutamiseks kuluv aeg pikenes	Vasella jt, 2021 *(55)*
London, Ühendkuningriik 6 lasteaeda	• Erinevate õhu filtreerimise süsteemide kasutamine	• Kõik õhu filtreerimise süsteemid vähendasid tõhusalt õhu PM2.5 sisaldust ja vähemal määral NO_2 sisaldust	Greater London Authority, 2020 *(82)*
Portugali Porto piirkond 2 lasteaeda, 2 koolieelset lasteasutust ja 2 algkooli	• Teadlikkuse parandamine ventileerimise, puhastusvahendite, kunstitarvete jms mõjust siseõhu kvaliteedile • Käitumise muutmise edendamine (ventileerimine ja puhastusmeetodid)	• Tahkete osakeste mass, CO_2 sisaldus õhus vähenesid, ent meetmetest ei piisanud alati õhu saasteainete sisalduse viimiseks inimeste tervisele ohutule tasemele • Formaldehüüdi osas saavutati nõrgad tulemused • CO, NO2, O3, LOÜ-de ja radooni esinemist ei mõõdetud uuritud ruumides	Sá jt, 2017 *(69)*
Ameerika Ühendriikide kirdeosa 18 klassiruumi (9 kontrollruumi, 9 sekkumisega) 3 linnakeskkonnas asuvas algkoolis	• Klassiruumi tavalisele õhupuhastusseadmele lisati suure efektiivsusega tahkete osakeste (HEPA) filter	• Alla 2,5 µ aerodünaamilise diameetriga tahkete osakeste ($PM_{2.5}$) sisaldus õhus ning tahma sisaldus õhus vähenesid oluliselt	Jhun jt, 2017 *(83)*

Tabel 1 jätkub

Asukoht, uuringusse kaasatud kohtade arv	Sekkumised	Järeldused	Viited
Ottawa, Kanada 2 klassiruumi, kus õppetöö algas varahommikul (kell 8.00), ja 2 klassiruumi, kus õppetöö algas hiljem (kell 9.00)	• HVAC-süsteemi töö: hommikul 1 tund enne laste saabumist sisse, seejärel alates hommikuse tipptunni algusest välja ja uuesti sisse, kui ruume hakati kasutama (koolipäeva algus)	• Liiklusega seotud saasteainete (tahked osakesed, benseen, tolueen, etüülbenseen ja m/p-ksüleen) hulk õhus vähenes hiljem alustanud klassiruumides, ent mitte varem alustanud ruumides.	MacNeil jt, 2016 *(36)*
Kopenhaagen, Taani 1 loomuliku ventilatsiooniga ja 1 mehhaanilise ventilatsiooniga klassiruum küttehooajal 2 loomuliku ventilatsiooniga klassiruumi (kliima-seadmega ja ilma) jahutamisvajadusega hooajal	• CO_2 anduri abil visuaalse tagasiside andmine	• Õhu CO_2 sisaldus vähenes, kui avati rohkem aknaid	Wargocki jt, 2015 *(67)*
Hollandi kirdeosa 18 klassiruumi 17 koolist (12 eksperimenti kaasatud klassiruumi ja 6 kontrollrühma klassiruumi)	• Spetsiaalselt väljatöötatud ja paigaldatud mehaanilise ventilatsiooniseadme kasutamine	• Klassiruumides, kus toimus sekkumine, vähenes õhu CO_2 sisaldus oluliselt	Rosbach jt, 2013 *(37)*
Taani 10 klassiruumi 5 koolis	• Elektrostaatiliste õhupuhastusseadmete paigaldamine klassiruumidesse. Mõned seadmed olid välja lülitatud, teised töötasid (pime ristuva ülesehitusega uuring)	• Nendes klassiruumides, kus elektrostaatilised õhupuhastusseadmed töötasid, vähenes tahkete osakeste sisaldus õhus • Püsivaid mõjusid laste õppeedukusele, sellele, kuidas lapsed klassikeskkonda tajusid, terviseprobleemide sümptomite intensiivsusele ega anduritega mõõdetud õhukvaliteedile ei täheldatud	Wargocki jt, 2008 *(84)*
Barcelona, Hispaania 39 klassiruumi 39 koolis	• Hinnang haljastusele 50 m puhvertsoonis koolimaja ümber vastavalt RapidEye piltide alusel tuvastatud taimestiku roheluse mõõtmiseks kasutatavale indeksile Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	• Rohkem rohelust ja rohkem puid koolimajas ja koolimaja ümber seostus nii siseruumides kui väljas väiksema liiklusega seotud saasteainete (sh NO_2) sisaldusega õhus	Dadvand jt, 2015 *(29)*

VIITED

1. Annesi-Maesano I, Baiz N, Banerjee S, Rudnai P, Rive S, SINPHONIE Group. Indoor air quality and sources in schools and related health effects. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2013;16(8):491–550. doi: 10.1080/10937404.2013.853609.
2. De Gennaro G, Dambruoso PR, Loiotile AD, Di Gilio A, Giungato P, Tutino M et al. Indoor air quality in schools. Environ Chem Lett. 2014;12:467–82. doi: 10.1007/ s10311-014-0470-6.
3. Literature review on chemical pollutants in indoor air in public settings for children and overview of their health effects with a focus on schools, kindergartens and day-care centres: supplementary publication to the screening tool for assessment of health risks from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021 (https://apps.who.int/ iris/ handle/10665/341467, accessed 6 December 2021).
4. Royal College of Paediatrics and Child Health, Royal College of Physicians. The inside story: health effects of indoor air quality on children and young people. London: Royal College of Paediatrics and Child Health; 2020 (https://www.rcpch.ac.uk/resources/ inside-story-health-effects-indoor-air-quality-children-young-people, accessed 14 March 2022).
5. A screening tool for assessment of health risks from exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children: methodological approach. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021 (https://apps.who.int/iris/handle/10665/341629, accessed 6 December 2021).
6. Kephalopoulos S, Csobod E, Bruinen De Bruin Y, De Oliveira Fernandes E. Guidelines for healthy environments within European schools. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2014 (https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/ JRC87071, accessed 6 December 2021).
7. Szabados M, Csákó Z, Kotlík B, Kazmarová H, Kozajda A, Jutraz A et al. Indoor air quality and the associated health risk in primary school buildings in central Europe – the InAirQ study. Indoor Air. 2021;31(4):989–1003. doi: 10.1111/ina.12802.
8. Marzocca A, Di Gilio A, Farella G, Giua R, De Gennaro G. Indoor air quality assessment and study of different VOC contributions within a school in Taranto City, south of Italy. Environments. 2017;4(1):23. doi: 10.3390/environments4010023.
9. Lucialli P, Marinello S, Pollini E, Scaringi M, Sajani SZ, Marchesi S et al. Indoor and outdoor concentrations of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene in some Italian schools: evaluation of areas with different air pollution. Atmos Pollut Res. 2020;11(11):1998–2010. doi: 10.1016/j.apr.2020.08.007.
10. Majd E, McCormack M, Davis M, Curriero F, Berman J, Connolly F et al. Indoor air quality in inner-city schools and its associations with building characteristics and environmental factors. Environ Res. 2019;170:83–91. doi: 10.1016/j. envres.2018.12.012.

11. Csobod E, Annesi-Maesano I, Carrer P, Kephalopoulos S, Madureira J, Rudnai P et al. Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe: final report. Brussels: European Commission Directorate-General for Health and Consumer Protection/Institute for Health and Consumer Protection (Joint Research Centre); 2014 (https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b1243a1b-317b-422f-b6cf-645b693b3cdf/language-en, accessed 6 December 2021).
12. Rudnai P, Csobod E, Vaskovi E, Neri M, Varro M, Sinisi L. School Environment and Respiratory Health of Children (the SEARCH study). Epidemiology. 2012;2(5S):1–181 (https://journals.lww.com/epidem/Citation/2012/09001/O_181___School_Environment_and_Respiratory_Health.239.aspx, accessed 6 December 2021).
13. Kumar P, Omidvarborna H, Pilla F, Lewin N. A primary school driven initiative to influence commuting style for dropping-off and picking-up of pupils. Sci Total Environ. 2020;727:138360. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138360.
14. Villanueva F, Tapia A, Lara S, Amo-Salas M. Indoor and outdoor air concentrations of volatile organic compounds and NO_2 in schools of urban, industrial and rural areas in central-southern Spain. Sci Total Environ. 2018;622–3:222–35. doi: 10.1016/j. scitotenv.2017.11.274.
15. Salonen H, Salthammer T, Morawska L. Human exposure to NO_2 in school and office indoor environments. Environ Int. 2019;130:104887. doi: 10.1016/j.envint.2019.05.081.
16. Lim H, Sadiktsis I, de Oliveira Galvão MF, Westerholm R, Dreij K. Polycyclic aromatic compounds in particulate matter and indoor dust at preschools in Stockholm, Sweden: occurrence, sources and genotoxic potential in vitro. Sci Total Environ. 2021;755(1):142709. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142709.
17. Oliveira M, Slezakova K, Delerue-Matos C, Pereira MC, Morais S. Children environmental exposure to particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons and biomonitoring in school environments: a review on indoor and outdoor exposure levels, major sources and health impacts. Environ Int. 2019;124:180–204. doi: 10.1016/j.envint.2018.12.052.
18. Hoffer A, Jancsek-Turóczi B, Tóth Á, Kiss G, Naghiu A, Levei EA et al. Emission factors for PM_{10} and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from illegal burning of different types of municipal waste in households. Atmos Chem Phys. 2020;20:16135–44. doi: 10.5194/acp-20-16135-2020.
19. Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2015 (https://apps. who.int/iris/handle/10665/153671, accessed 14 March 2022).
20. WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion. Geneva: World Health Organization; 2014 (https://apps.who.int/iris/handle/10665/141496, accessed 14 March 2022).
21. WHO global air quality guidelines: particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021 (https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329, accessed 6 December 2021).
22. Air pollution and child health: prescribing clean air. Summary. Geneva: World Health Organization; 2018 (https://apps.who.int/iris/handle/10665/275545, accessed 6 December 2021).

23. Pan-European Master Plan for Cycling Promotion. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe; 2021 (https://thepep.unece.org/node/825, accessed 14 March 2022).

24. Osborne S, Uche O, Mitsakou C, Exley K, Dimitroulopoulou S. Air quality around schools: Part I – A comprehensive literature review across high-income countries. Environ Res. 2021;196:110817. doi: 10.1016/j.envres.2021.110817.

25. Kumar P, Druckman A, Gallagher J, Gatersleben B, Allison S, Eisenman TS et al. The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. Environ Int. 2019;133(A):105181. doi: 10.1016/j.envint.2019.105181.

26. Green and blue spaces and mental health: new evidence and perspectives for action. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021 (https://apps.who.int/iris/handle/10665/342931, accessed 15 March 2022).

27. Urban green spaces: a brief for action. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe; 2017 (https://apps.who.int/iris/handle/10665/344116, accessed 15 March 2022).

28. Pulimeno M, Piscitelli P, Colazzo S, Colao A, Miani A. Indoor air quality at school and students' performance: recommendations of the UNESCO Chair on Health Education and Sustainable Development & the Italian Society of Environmental Medicine (SIMA). Health Promot Perspect. 2020;10(3):169–74. doi: 10.34172/hpp.2020.29.

29. Dadvand P, Rivas I, Basagaña X, Alvarez-Pedrerol M, Su J, De Castro Pascual M et al. The association between greenness and traffic-related air pollution at schools. Sci Total Environ. 2015;523:59–63. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.03.103.

30. Bikomeye JC, Balza J, Beyer KM. The impact of schoolyard greening on children's physical activity and socioemotional health: a systematic review of experimental studies. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(2):535. doi: 10.3390/ijerph18020535.

31. Fonseca Gabriel M, Paciência I, Felgueiras F, Cavaleiro Rufo J, Castro Mendes F, Farraia M et al. Environmental quality in primary schools and related health effects in children. An overview of assessments conducted in the northern Portugal. Energy Build. 2021;250:111305. doi: 10.1016/J.ENBUILD.2021.111305.

32. Barwise Y, Kumar P. Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: a practical review for appropriate plant species selection. Clim Atmos Sci. 2020;3(1):12. doi: 10.1038/s41612-020-0115-3.

33. Vieira J, Matos P, Mexia T, Silva P, Lopes N, Freitas C et al. Green spaces are not all the same for the provision of air purification and climate regulation services: the case of urban parks. Environ Res. 2018;160:306–13. doi: 10.1016/j.envres.2017.10.006.

34. Hewitt, C. N., Ashworth, K., & MacKenzie, A. R. Using green infrastructure to improve urban air quality (GI4AQ). Ambio 2020 Jan;49(1):62-73. doi: 10.1007/s13280-019-01164-3.

35. Zhang H, Srinivasan R. A systematic review of air quality sensors, guidelines, and measurement studies for indoor air quality management. Sustainability. 2020;12:9045. doi: 10.3390/su12219045.

36. MacNeill M, Dobbin N, St-Jean M, Wallace L, Marro L, Shin T et al. Can changing the timing of outdoor air intake reduce indoor concentrations of traffic-related pollutants in schools? Indoor Air. 2016;26(5):687–701. doi: 10.1111/ina.12252.

37. Rosbach J, Krop E, Vonk M, van Ginkel J, Meliefste C, de Wind S et al. Classroom ventilation and indoor air quality – results from the FRESH intervention study. Indoor Air. 2015;26(4):538–45. doi: 10.1111/ina.12231.

38. Carrer P, de Oliveira Fernandes E, Santos H, Hänninen O, Kephalopoulos S, Wargocki P. On the development of health-based ventilation guidelines: principles and framework. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(7):1360. doi: 10.3390/ ijerph15071360.

39. Baloch RM, Maesano CN, Christoffersen J, Banerjee S, Gabriel M, Csobod É et al. Indoor air pollution, physical and comfort parameters related to schoolchildren's health: data from the European SINPHONIE study. Sci Total Environ. 2020;739:139870. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139870.

40. Pegas PN, Alves CA, Evtyugina MG, Nunes T, Cerqueira M, Franchi M et al. Seasonal evaluation of outdoor/indoor air quality in primary schools in Lisbon. J Environ Monit. 2011;13(3):657–67. doi: 10.1039/c0em00472c.

41. Salthammer T, Mentese S, Marutzky R. Formaldehyde in the indoor environment. Chem Rev. 2010;110(4):2536–72. doi: 10.1021/cr800399g.

42. Ulker OC, Ulker O, Hiziroglu S. Volatile organic compounds (VOCs) emitted from coated furniture units. Coatings. 2021;11(7):806. doi: 10.3390/coatings11070806.

43. Willem H, Singe BC. Chemical emissions of residential materials and products: review of available information. Berkeley: Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory; 2010 (https://pdfs.semanticscholar.org/3b98/f92ce2a0ba441cfa81428ee0f35dbf715fa0.pdf, accessed 6 December 2021).

44. Wang Q, Shen J, Cao T, Du J, Dong H, Shen X. Emission characteristics and health risks of volatile organic compounds and odor from PVC-overlaid particle board. BioRes. 2019;14(2):4385–402. doi: 10.15376/biores.14.2.4385-4402.

45. Rizk M, Guo F, Verriele M, Ward M, Dusanter S, Blond N et al. Impact of material emissions and sorption of volatile organic compounds on indoor air quality in a low energy building: field measurements and modeling. Indoor Air. 2018;28(6):924–35. doi: 10.1111/ina.12493.

46. Poulhet G, Dusanter S, Crunaire S, Locoge N, Gaudion V, Merlen C et al. Investigation of formaldehyde sources in French schools using a passive flux sampler. Build Environ. 2014;71:111–20. doi: 10.1016/j.buildenv.2013.10.002.

47. Schieweck A, Bock MC. Emissions from low-VOC and zero-VOC paints – valuable alternatives to conventional formulations also for use in sensitive environments? Build Environ. 2015;85:243–52. doi: 10.1016/j.buildenv.2014.12.001.

48. Pegas P, Evtyugina M, Alves C, Nunes T, Cerqueira M, Franchi M et al. Outdoor/indoor air quality in primary schools in Lisbon: a preliminary study. Quim. 2010;33:1145–9. doi: 10.1590/S0100-40422010000500027.

49. Mishra N, Bartsch J, Ayoko GA, Salthammer T, Morawska L. Volatile organic compounds: characteristics, distribution and sources in urban schools. Atmos Environ. 2015;106:485–91. doi: 10.1016/j.atmosenv.2014.10.052.

50. De Gennaro G, Farella G, Marzocca A, Mazzone A, Tutino M. Indoor and outdoor monitoring of volatile organic compounds in school buildings: indicators based on health risk assessment to single out critical issues. Int J Environ Res Public Health. 2013;10(12):6273–91. doi: 10.3390/ijerph10126273.

51. Angulo Milhem S, Verriele M, Nicolas M, Thevenet F. Does the ubiquitous use of essential oil-based products promote indoor air quality? A critical literature review. Environ Sci Pollut Res Int. 2020;27(13):14365–411. doi: 10.1007/s11356-020-08150-3.

52. Wakayama T, Ito Y, Sakai K, Miyake M, Shibata E, Ohno H et al. Comprehensive review of 2-ethyl-1-hexanol as an indoor air pollutant. J Occup Health. 2019;61(1):19–35. doi: 10.1002/1348-9585.12017.

53. Salthammer T, Uhde E, Schripp T, Schieweck A, Morawska L, Mazaheri M et al. Children's well-being at schools: impact of climatic conditions and air pollution. Environ Int. 2016;94:196–210. doi: 10.1016/j.envint.2016.05.009.

54. Canha N, Mandin C, Ramalho O, Wyart G, Ribéron J, Dassonville C et al. Assessment of ventilation and indoor air pollutants in nursery and elementary schools in France. Indoor Air. 2016;26(3):350–65. doi: 10.1111/ina.12222.

55. Vassella CC, Koch J, Henzi A, Jordan A, Waeber R, Iannaccone R et al. From spontaneous to strategic natural window ventilation: improving indoor air quality in Swiss schools. Int J Hyg Environ Health. 2021;234:113746. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113746.

56. Ramalho O, Wyart G, Mandin C, Blondeau P, Cabanes PA, Leclerc N et al. Association of carbon dioxide with indoor air pollutants and exceedance of health guideline values. Build Environ. 2015;93(1):115–24. doi: 10.1016/j.buildenv.2015.03.018.

57. Health Effects of School Environment (HESE) – final scientific report. Brussels: European Commission Directorate-General for Health and Consumer Protection; 2006 (http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2002/pollution/fp_pollution_2002_frep_04.pdf, accessed 6 December 2021).

58. Lowther SD, Dimitroulopoulou S, Foxall K, Shrubsole C, Cheek E, Gadeberg B et al. Low level carbon dioxide indoors – a pollution indicator or a pollutant? A health-based perspective. Environments. 2021;8(11):125. doi: 10.3390/environments8110125.

59. Building Bulletin 101. Guidelines on ventilation, thermal comfort and indoor air quality in schools. London: Education and Skills Funding Agency; 2014 (https://www.gov.uk/government/publications/building-bulletin-101-ventilation-for-school-buildings, accessed 6 December 2021).

60. Nørgaard AW, Kofoed-Sørensen V, Mandin C, Ventura G, Mabilia R, Perreca E et al. Ozone-initiated terpene reaction products in five European offices: replacement of a floor cleaning agent. Environ Sci Technol. 2014;48:13331–9. doi: 10.1021/es504106j.

61. Cacho C, Ventura Silva G, Martins AO, Fernandes EO, Saraga DE, Dimitroulopoulou C et al. Air pollutants in office environments and emissions from electronic equipment: a review. Fresenius Environ Bull. 2013;22(9):2488–97.

62. Kozicki M, Guzik K. Comparison of VOC emissions produced by different types of adhesives based on test chambers. Materials (Basel). 2021;14(8):1924. doi: 10.3390/ma14081924.

63. Radić M, Brković Dodig M, Auer T. Green facades and living walls – a review establishing the classification of construction types and mapping the benefits. Sustainability. 2019;11:4579. doi: 10.3390/su11174579.

64. Wargocki P, Porras-Salazar JA, Contreras-Espinoza S, Bahnfleth W. The relationships between classroom air quality and children's performance in school. Build Environ. 2020;173:106749. doi: 10.1016/j.buildenv.2020.106749.

65. Schibuola L, Scarpa M, Tambani C. Natural ventilation level assessment in a school building by CO_2 concentration measures. Energy Procedia. 2016;101:257–64. doi: 10.1016/j.egypro.2016.11.033.

66. Gasparini G, Colaiacomo E, Sinisi L, de Maio F, Frateiacci S. Air quality in schools: everybody's duty and children's right. Rome: Italian Ministry for the Environment, Land and Sea; 2010.

67. Wargocki P, Da Silva NA. Use of visual CO_2 feedback as a retrofit solution for improving classroom air quality. Indoor Air. 2015;25(1):105–14. doi: 10.1111/ina.12119.

68. Guidance for schools. Brussels: Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations (REHVA); 2021 (https://www.rehva.eu/fileadmin/user_ upload/REHVA_COVID-19_Guidance_School_Buildings.pdf, accessed 6 December 2021).

69. Sá JP, Branco PTBS, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, Sousa SIV. Evaluation of low-cost mitigation measures implemented to improve air quality in nursery and primary schools. Int J Environ Res Public Health. 2017;14(6):585. doi: 10.3390/ijerph14060585.

70. Carrer P, Wargocki P, De Oliveira Fernandes E, Hänninen O, Kephalopoulos S, Allard F et al. European Collaborative Action – urban air, indoor environment and human exposure. Report No 30. Framework for health-based ventilation guidelines in Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2020 (https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC99207, accessed 6 ecember 2021).

71. Chenari B, Carrilho JD, da Silva MG. Towards sustainable, energy-efficient and healthy ventilation strategies in buildings: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016;59;1426–47. doi: 10.1016/j.rser.2016.01.074.

72. Kelly FJ, Fussell JC. Improving indoor air quality, health and performance within environments where people live, travel, learn and work. Atmos Environ. 2019;200:90– 109. doi: 10.1016/j.atmosenv.2018.11.058.

73. Cheek E, Guercio V, Shrubsole C, Dimitroulopoulou S. Portable air purification: review of impacts on indoor air quality and health. Sci Total Environ. 2021;766:142585. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142585.

74. EPA residential air cleaners: a technical summary. Third edition. Portable air cleaners, furnace and HVAC filters. Washington DC: United States Environmental Protection Agency (EPA); 2018 (https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-07/documents/ residential_air_cleaners_-_a_technical_summary_3rd_edition.pdf, accessed 6 December 2021).

75. Afshari A, Seppänen O. Effect of portable air cleaners on indoor air quality: particle removal from indoor air. REHVA Journal. 2021;58(2):29–36 (https://www.rehva.eu/ rehva-journal/chapter/effect-of-portable-air-cleaners-on-indoor-air-quality-particle- removal-from-indoor-air, accessed 6 December 2021).

76. Cummings BE, Waring MS. Potted plants do not improve indoor air quality: a review and analysis of reported VOC removal efficiencies. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2020;30:253–61. doi: 10.1038/s41370-019-0175-9.

77. Torpy F, Zavattaro M, Irga P. Green wall technology for the phytoremediation of indoor air: a system for the reduction of high CO_2 concentrations. Air Qual Atmos Health. 2017;10:575–85. doi: 10.1007/s11869-016-0452-x.

78. Ghazalli AJ, Brack C, Bai X, Said I. Alterations in use of space, air quality, temperature and humidity by the presence of vertical greenery system in a building corridor. Urban Forestry & Urban Greening. 2018;32:177–84. doi: 10.1016/j.ufug.2018.04.015.

79. Tudiwer D, Korjenic A. The effect of an indoor living wall system on humidity, mould spores and CO_2 concentration. Energy Build. 2017;146:73–86. doi: 10.1016/j. enbuild.2017.04.048.

80. Han KT, Ruan LW. Effects of indoor plants on air quality: a systematic review. Environ Sci Pollut Res. 2020;27:16019–51. doi: 10.1007/s11356-020-08174-9.

81. Baranowska-Wójcik E, Szwajgier D, Oleszczuk P, Winiarska-Mieczan A. Effects of titanium dioxide nanoparticles exposure on human health – a review. Biol Trace Elem Res. 2020;193 (1):118–29. doi: 10.1007/s12011-019-01706-6.

82. The Mayor of London's nursery air quality audit programme. Air filtration system trial. London: Greater London Authority; 2020 (https://www.london.gov.uk/sites/default/ files/2020212_afs_trial_findings_report_v8.3_inc_apdx.pdf, accessed 14 March 2022).

83. Jhun I, Gaffin JM, Coull BA, Huffaker MF, Petty CR, Sheehan WJ et al. School environmental intervention to reduce particulate pollutant exposures for children with asthma. J Allergy Clin Immunol Pract. 2017;5(1):154–9.e3. doi: 10.1016/j. jaip.2016.07.018.

84. Wargocki P, Wyon DP, Lynge-Jensen K, Bornehag CG. The effects of electrostatic particle filtration and supply-air filter condition in classrooms on the performance of schoolwork by children (RP-1257). HVAC R Res. 2008;14(3):327–44. doi: 10.1080/10789669.2008.10391012.

LISA 1. PRAKTILISED MEETMED, KUIDAS VÄHENDADA TERVISERISKE PÕHJUSTAVATE KEMIKAALIDE SISALDUST SISEÕHUS

Maailma Terviseorganisatsiooni Euroopa piirkondliku büroo Euroopa keskkonna- ja tervishoiukeskus töötas välja kasutajasõbraliku tööriista IAQRiskCalculator, mis aitab hinnata kokkupuudet mitmete erinevate siseõhu saasteainetega üldkasutatavates lasteasutustes. Töövahendis kasutatakse riski arvutamiseks järgmist astmelist lähenemist:

- aste 0 – ohuindeks (HI) arvutatakse ohutegurite summana; kemikaalid ei ole negatiivse toime alusel rühmitatud;
- aste 1, tase 1 – arvutab HI ja kemikaalid on rühmitatud valitud viie negatiivse toime näitaja alusel;
- aste 1, tase 2 – arvutab valitud huvipakkuvate negatiivsete toimete kohta korrigeeritud lähtepunkti indeksi (PODIadj).

Astme 0 või astme 1 tasemetel tuvastatud suure terviseriski korral (HI > 1, PODIadj > 1) tuleb siseõhu kvaliteeti parandada. Tööriista abil saab leida õhusaasteaine(d), millega kaasnevad suurimad terviseriskid, ja seega saab rakendada spetsiifilisi sekkumismeetodeid riskiga kemikaali(de) valimiseks ning nende kontsentratsiooni vähendamiseks. Tabelis A.1 on välja toodud meetmed, mida soovitatakse kasutada töövahendisse lisatud kemikaalidega kaasneva riski vähendamiseks. Loetletud on ka võimalikud olulisemad kemikaalide tekkeallikad sees ja väljas.

Tabel A.1. Töövahendisse kantud kemikaalide riski vähendamise meetmete kokkuvõte

Kemikaalid	Võimalikud siseallikad	Peamised välisallikad	Soovituslikud meetmed
Formaldehüüd	• Mööbel ja puittooted (näiteks pressvineer, vineer, puitlaastplaat, kiudplaadist mööbel, põrandad, seinapaneelid, uksed) • Põrandakattematerjalid (näiteks liimitud PVC-põrand, vaiba tagakülg) • Tööõpetuse vahendid (näiteks värvid, tapeedid, liimid, lakid, peitsid) • Elektroonikaseadmed (näiteks koopiamasinad) • Teatud puhastusvahendid ja desinfitseerimisvahendid • Kosmeetikatooted (näiteks küünelakieemaldaja) • Muud tarbekaubad (näiteks uued raamatud, ajakirjad) • Inimtegevus (näiteks suitsetamine, söögi valmistamine) • Teisene teke	• Liiklus • Teatud tööstusettevõtted • Biomassi ja jäätmete põletamine • Fotokeemilised reaktsioonid	**Siseruumides leiduvad allikad** • Valige seina-/põranda-/laekattematerjali ning mööbli valimisel sertifitseeritud ökomärgisega tooted, mis on väikese LOÜ-de heitega • Võimaluse korral eemaldage suure LOÜ-de heitega materjalid • Kasutage värve, lahusteid, liime ja teaduslaboris kasutatavaid kemikaale väiksemates kogustes või kasutage võimaluse korral keskkonnasõbralikke alternatiive • Võtke remondi- ja renoveerimistööd ette suvevaheaja esimesel kuul • Ventileerige 3–4 kuud pärast renoveerimist intensiivsemalt • Ventileerige ruume piisavalt • Kasutage tõhusa loomuliku ventilatsiooni tagamiseks CO_2 andurit • Paigutage koopiamasinad ja printerid eraldiseisvasse ventileeritud ruumi

Tabel A.1 jätkub

Kemikaalid	Võimalikud siseallikad	Peamised välisallikad	Soovituslikud meetmed
Atseetaldehüüd	• Mööbel ja puittooted (näiteks pressvineer, vineer, puitlaasplaat, kiudplaadist mööbel) • Liimid, kattematerjalid, määrdeained, tindid • Kosmeetikatooted (näiteks küünelakieemaldaja) • Elektroonikaseadmed (näiteks koopiamasinad) • Inimtegevus (näiteks suitsetamine, söögi valmistamine) • Teisene teke	• Liiklus • Teatud tööstusettevõtted • Biomassi ja jäätmete põletamine • Fotokeemilised reaktsioonid	**Siseruumides leiduvad allikad:** • Valige seina-/põranda-/laekattematerjali ning mööbli valimisel sertifitseeritud ökomärgisega tooted, mis on väikese LOÜ-de heitega • Võimaluse korral eemaldage suure LOÜ-de heitega materjalid • Kasutage värve, lahusteid, liime ja teaduslaboris kasutatavaid kemikaale väiksemates kogustes või kasutage võimaluse korral keskkonnasõbralikke alternatiive • Tehke remondi- ja renoveerimistöid suvevaheaja esimesel kuul • Ventileerige 3–4 kuud pärast renoveerimist intensiivsemalt • Ventileerige ruume piisavalt • Kasutage tõhusa loomuliku ventilatsiooni tagamiseks CO_2 andurit • Paigutage koopiamasinad ja printerid eraldiseisvasse ventileeritud ruumi
Benseen	• Seinakattematerjalid (näiteks lahustipõhised (veekindlad) seinavärvid) • Värvitud või lakitud pinnad • Tööõpetuses kasutatavad vahendid (näiteks värvid, liimid) • Teatud ehitusmaterjalid ja mööbel • Põrandakattematerjalid (näiteks liimitud PVC-põrand, vaiba tagakülg) • Inimtegevus (näiteks suitsetamine)	• Liiklus • Biomassi ja jäätmete põletamine • Teatud tööstusettevõtted • Bensiinijaam	**Siseruumides leiduvad allikad** • Kasutage värve, lahusteid, liime ja teaduslaboris kasutatavaid kemikaale väiksemates kogustes või kasutage võimaluse korral keskkonnasõbralikke alternatiive • Valige sertifitseeritud ökomärgisega materjale, mis on väikese LOÜ-de heitega • Kasutage veepõhiseid värve • Avage kemikaalidega töötamise ajaks aknad • Kasutage sünteetiliste vaipade asemel kootud või sõlmtehnikas vaipu **Hoonevälised allikad** • Muutke ventileerimise aega (nii, et see ei langeks kokku tipptundidega) • Kasutage ventileerimiseks vähemsaastatud ala poole jäävaid aknaid • Vähendage hooneid ümbritsevates piirkondades heidet (näiteks tühikäiguvastased eeskirjad, laste autost välja laskmise ja pealevõtmise kohtade muutmine, teede sulgemine, rohelised tõkked) • Kasutage võimaluse korral filtriga mehaanilist ventileerimist

Tabel A.1 jätkub

Kemikaalid	Võimalikud siseallikad	Peamised välisallikad	Soovituslikud meetmed
Etüülbenseen	• Värvitud või lakitud pinnad • Vahad • Tööõpetuses kasutatavad vahendid (näiteks värvid, liimid) • Põrandakattematerjalid (näiteks vaipade tagaküljed) • Inimtegevus (näiteks suitsetamine)	• Liiklus • Teatud tööstusettevõtted • Bensiinijaam	**Siseruumides leiduvad allikad** • Valige sertifitseeritud ökomärgisega materjale, mis on väikese LOÜ-de heitega • Kasutage vajaduse korral veepõhiseid värve • Kasutage sünteetiliste vaipade asemel kootud või sõlmtehnikas vaipu **Hoonevälised allikad** • Muutke ventileerimise aega (nii, et see ei langeks kokku tipptundidega) • Kasutage ventileerimiseks vähemsaastatud ala poole jäävaid aknaid • Vähendage hooneid ümbritsevates piirkondades heidet (näiteks tühikäiguvastased eeskirjad, laste autost välja laskmise ja pealevõtmise kohtade muutmine, teede sulgemine, rohelised tõkked) • Kasutage võimaluse korral filtriga mehaanilist ventileerimist
Trimetüül benseen	• Lahustid, lakid • Plast • Majapidamises kasutatavad puhastustooted	• Liiklus • Teatud tööstusettevõtted	**Siseruumides leiduvad allikad** • Valige sertifitseeritud ökomärgisega materjale, mis on väikese LOÜ-de heitega **Hoonevälised allikad** • Muutke ventileerimise aega (nii, et see ei langeks kokku tipptundidega) • Kasutage ventileerimiseks vähemsaastatud ala poole jäävaid aknaid • Vähendage hooneid ümbritsevates piirkondades heidet (näiteks tühikäiguvastased eeskirjad, laste autost välja laskmise ja pealevõtmise kohtade muutmine, teede sulgemine, rohelised tõkked) • Kasutage võimaluse korral filtriga mehaanilist ventileerimist

Tabel A.1 jätkub

Kemikaalid	Võimalikud siseallikad	Peamised välisallikad	Soovituslikud meetmed
Ksüleenid	• Lahustipõhised (veekindlad) seinavärvid) • Värvitud või lakitud vahendid • Tööõpetuses kasutatavad tooted (värvid, liimid) • Põrandakattematerjalid (näiteks liimitud PVC-põrand, vaiba tagakülg)	• Liiklus • Teatud tööstusettevõtted • Bensiinijaamad	**Siseruumides leiduvad allikad** • Kasutage värve, lahusteid, liime ja teaduslaboris kasutatavaid kemikaale väiksemates kogustes või kasutage võimaluse korral keskkonnasõbralikke alternatiive • Valige sertifitseeritud ökomärgisega materjale, mis on väikese LOÜ-de heitega • Kasutage veepõhiseid värve • Avage kemikaalidega töötamise ajaks aknad • Kasutage sünteetiliste vaipade asemel kootud või sõlmtehnikas vaipu
Stüreen	• Lahustipõhised (veekindlad) seinavärvid) • Tööõpetuses kasutatavad tooted (värvid, liimid) • Põrandakattematerjalid (näiteks liimitud PVC-põrand, vaiba tagakülg) • Plast • Inimtegevus (näiteks suitsetamine)	• Liiklus • Teatud tööstusettevõtted	**Hoonevälised allikad** • Muutke ventileerimise aega (nii, et see ei langeks kokku tipptundidega) • Kasutage ventileerimiseks vähemsaastatud ala poole jäävaid aknaid • Vähendage hooneid ümbritsevates piirkondades heidet (näiteks tühikäiguvastased eeskirjad, laste autost välja laskmise ja pealevõtmise kohtade muutmine, teede sulgemine, rohelised tõkked) • Kasutage võimaluse korral filtriga mehaanilist ventileerimist **Siseruumides leiduvad allikad** • Kasutage värve, lahusteid, liime väiksemates kogustes või kasutage keskkonnasõbralikke alternatiive • Valige sertifitseeritud ökomärgisega materjale, mis on väikese LOÜ-de heitega • Kasutage veepõhiseid värve • Avage kemikaalidega töötamise ajaks aknad • Kasutage sünteetiliste vaipade asemel kootud või sõlmtehnikas vaipu • Paigutage koopiamasinad ja printerid eraldiseisvasse ventileeritud ruumi

Tabel A.1 jätkub

Kemikaalid	Võimalikud siseallikad	Peamised välisallikad	Soovituslikud meetmed
Tolueen	• Lahustid ja lahustipõhised seinavärvid • Värvitud või lakitud pinnad • Tööõpetuses kasutatavad tooted (värvid, liimid) • Põrandakattematerjalid (näiteks liimitud PVC-põrand, vaiba tagakülg) • Majapidamises kasutatavad puhastustooted • Kosmeetikatooted (näiteks küünelakid) • Muud tarbekaubad (näiteks uued ajalehed, raamatud ja ajakirjad)	• Liiklus • Teatud tööstusettevõtted • Bensiinijaamad	**Siseruumides leiduvad allikad** • Kasutage värve, lahusteid, liime ja teaduslaboris kasutatavaid kemikaale väiksemates kogustes või kasutage võimaluse korral keskkonnasõbralikke alternatiive • Valige sertifitseeritud ökomärgisega materjale, mis on väikese LOÜ-de heitega • Kasutage veepõhiseid värve • Avage kemikaalidega töötamise ajaks aknad • Kasutage sünteetiliste vaipade asemel kootud või sõlmtehnikas vaipu • Kasutage lõhnavabasid puhastusvahendeid **Hoonevälised allikad** • Muutke ventileerimise aega (nii, et see ei langeks kokku tipptundidega) • Kasutage ventileerimiseks vähemsaastatud ala poole jäävaid aknaid • Vähendage hooneid ümbritsevates piirkondades heidet (näiteks tühikäiguvastased eeskirjad, laste autost välja laskmise ja pealevõtmise kohtade muutmine, teede sulgemine, rohelised tõkked) • Kasutage võimaluse korral filtriga mehaanilist ventileerimist
Dikloro-benseen	• Õhuvärskendid • Putukatõrjevahendid (koitõrjepallid) • Värvitud või lakitud pinnad		**Siseruumides leiduvad allikad** • Ärge kasutage ruumides õhuvärskendeid • Kasutage koitõrjepallide asemel keskkonnasõbralikke alternatiive • Valige sertifitseeritud ökomärgisega materjale, mis on väikese LOÜ-de heitega
Limoneen	• Majapidamises kasutatavad puhastustooted • Õhuvärskendid • Kosmeetikatooted (näiteks parfüümid) • Putukatõrjevahendid	• Looduslikult esinevad	**Siseruumides leiduvad allikad** • Kasutage lõhnatuid puhastusvahendeid (näiteks ökomärgisega vahendid) • Kasutage pihustatavate putukatõrjevahendite asemel putukavõrke

Tabel A.1 jätkub

Kemikaalid	Võimalikud siseallikad	Peamised välisallikad	Soovituslikud meetmed
Alfa-pineen	• Majapidamises kasutatavad puhastustooted • Värvi- ja lakieemaldajad • Putukatõrjevahendid • Mööbel ja puittooted	Looduslikult esinevad	**Siseruumides leiduvad allikad** • Kasutage lõhnatuid puhastusvahendeid (näiteks ökomärgisega vahendid) • Kasutage pihustatavate putukatõrjevahendite asemel putukavõrke
Tetrakloro-etüleen	• Keemilises puhastuses puhastatud tekstiiltooted, kardinad, vaibad • Liimid • Plekieemaldusvahendid, puidupuhastusvahendid		**Siseruumides leiduvad allikad** • Kasutage klassiruumides keemilist puhastust vajavate tekstiiltoodete asemel pestavaid • Vältige tetrakloroetüleeni sisaldavaid tarbekaupu
Trikloro-etüleen	• Puidult peitsi või värvi eemalda-miseks kasutatavad vahendid • Lakid, liimid, määrdeained • Teatud majapidamises kasutatavad puhastustooted		**Siseruumides leiduvad allikad** • Piirake keemiatoodete kasutust • Valige sertifitseeritud, ökomärgisega materjale • Vältige trikloroetüleeni sisaldavaid tarbekaupu
n-b Butüül-atsetaat	• Värvitud või lakitud pinnad • Värvid ja lahustid • Kosmeetikatooted (näiteks küünelakid ja küünelakieemaldajad)		**Siseruumides leiduvad allikad** • Kasutage sertifitseeritud väikse LOÜ-de heitega materjale • Vältige siseruumides küünelaki kasutamist
Naftaleen	• Putukatõrjevahendid (koitõrjepallid) • Värvid • Kosmeetikatooted (näiteks deodorandid) • Desinfitseerimisvahendid • Vaigud • Inimtegevus (näiteks suitsetamine)	• Liiklus • Kütustest pärinev hajusheide • Tööstusheited (ftalaadi tootmine)	**Siseruumides leiduvad allikad** • Kasutage sertifitseeritud väikse LOÜ-de heitega tooteid • Kasutage koitõrjepallide asemel keskkonnasõbralikke alternatiive

Tabel A.1 jätkub

Kemikaalid	Võimalikud siseallikad	Peamised välisallikad	Soovituslikud meetmed
Benso(a) püreen	• Inimtegevus (näiteks toidu valmistamine, suitsetamine) • Värvid ja liimid	• Liiklus • Biomassi ja jäätmete põletamine • Grillimine	**Hoonevälised allikad** • Muutke ventileerimise aega (nii, et see ei langeks kokku tipptundidega) • Kasutage ventileerimiseks vähemsaastatud ala poole jäävaid aknaid • Vähendage hooneid ümbritsevates piirkondades heidet (näiteks tühikäiguvastased eeskirjad, laste autost välja laskmise ja pealevõtmise kohtade muutmine, teede sulgemine, rohelised tõkked) • Võtke meetmeid ümbritsevates piirkondades biojäätmete põletamise ja metsatulekahjude vältimiseks • Vältige hoonete ümbruses grillimist ja lõkete tegemist
Lämmastik dioksiid	• Siseruumides kasutatavad gaasipõletid • Küünalde, viiruki, sääsetõrjespiraalide põletamine	• Liiklus • Tööstusheited • Eluasemete gaasi-/õliküte	**Hoonevälised allikad** • Muutke ventileerimise aega (nii, et see ei langeks kokku tipptundidega) • Kasutage ventileerimiseks vähemsaastatud ala poole jäävaid aknaid • Vähendage hooneid ümbritsevates piirkondades heidet (näiteks tühikäiguvastased eeskirjad, laste autost välja laskmise ja pealevõtmise kohtade muutmine, teede sulgemine, rohelised tõkked) • Kasutage võimaluse korral filtriga mehaanilist ventileerimist

WHO Euroopa piirkondlik büroo

Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) on ÜRO poolt 1948. aastal loodud spetsiaalne asutus, mis vastutab eelkõige rahvusvahelisel tasandil tervishoiu ja rahvatervisega seotud küsimuste eest. WHO Euroopa piirkondlik büroo on üks kuuest Maailma Terviseorganisatsiooni üle maailma paiknevast büroost, millest igal on vastava piirkonna riikides valitsevatele tervisetingimustele keskendatud programm.

Liikmesriigid

Albaania
Andorra
Armeenia
Austria
Aserbaidžaan
Valgevene
Belgia
Bosnia ja Hertsegoviina
Bulgaaria
Horvaatia
Küpros
Tšehhi
Taani
Eesti
Soome
Prantsusmaa
Gruusia
Saksamaa
Kreeka
Ungari
Island
Iirimaa
Israel
Itaalia
Kasahstan
Kõrgõzstan
Läti
Leedu
Luksemburg
Malta
Monaco
Montenegro
Madalmaad
Põhja-Makedoonia
Norra
Poola
Portugal
Moldova Vabariik
Rumeenia
Venemaa Föderatsioon
San Marino
Serbia
Slovakkia
Sloveenia
Hispaania
Rootsi
Šveits
Tadžikistan
Türgi
Türkmenistan
Ukraina
Ühendkuningriik
Usbekistan

ISBN 978-92-890-5797-4

Maailma Terviseorganisatsiooni Euroopa piirkondlik büroo
UN City, Marmorvej 51, DK-2100 Kopenhaagen Ø, Taani
Tel: +45 45 33 70 00 Faks: +45 45 33 70 01
E-post: eurocontact@who.int
Veebileht: www.euro.who.int